



FACULTAD
INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN

**UNIVERSIDAD LAICA
VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA: “EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE DAÑOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES PRODUCIDAS POR EL TERREMOTO DE 7.8 EN LA PARROQUÍA TARQUI DE LA CIUDAD DE MANTA EL 16 DE ABRIL DEL 2016, PARA ELABORAR UN PLAN DE DEMOLICIÓN, RECONSTRUCCIÓN, READECUACIÓN Y MANTENIMIENTO, CASO HOTEL LAS ROCAS”

**PRESENTADO CON OPCIÓN PARA OBTENER EL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

AUTORES

**ALFONSO GABRIEL BUSTAMANTE BAQUE
EDISON VICENTE SUASNAVAS YAGUAL**

TUTOR

MSC. ING. LEONARDO ECHEVERRÍA FABRE

GUAYAQUIL – ECUADOR

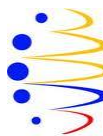
2017



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR,
CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO: Evaluación diagnóstica de daños estructurales en edificaciones producidas por el terremoto de 7.8 en la parroquia tarqui de la ciudad de manta el 16 de abril del 2016, para elaborar un plan de demolición, reconstrucción, readecuación y mantenimiento, caso Hotel las Rocas.

AUTOR/ ES:

Bustamante Baque Alfonso Gabriel
Suasnavas Yagual Edison Vicente

REVISORES:

Msc.Ing. Echeverría Fabre Leonardo

INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente
Rocafuerte

FACULTAD: Facultad de Ingeniería, Industria y
Construcción

CARRERA: Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACION: 15 de Septiembre
2017

Nº DE PÁGS: 133

ÁREAS TEMÁTICAS:

PALABRAS CLAVE:

RESUMEN:

Este proyecto tiene como finalidad realizar una evaluación diagnosticando los daños estructurales y no estructurales en la edificación Hotel las Rocas producidas por el terremoto de 7.8 grados escala de Richter; en la ciudad de Manta el 16 de Abril del 2016, para elaborar un plan de reparación, reforzamiento y sustitución. Tomando en cuenta los procesos constructivos actualizados con el fin de mejorar la calidad de vida y salvaguardar la vida de los habitantes de la edificación afectada.

Nº DE REGISTRO (en base de datos):

Nº DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:

SI **X**

NO

**CONTACTO CON
AUTOR/ES:**

Bustamante Baque
Alfonso Gabriel
Suasnavas Yagual
Edison Vicente

Teléfono:

0996342229

0967966392

E-mail:

gabriel_alfonso_@hotmail.com

vicentesuasnavas25@hotmail.com

**CONTACTO EN LA
INSTITUCIÓN:**

Nombre: Msc. Ing. Leonardo Echeverría Fabre

Teléfono: 0996602126

E-mail: lecheverriaf@ulvr.edu.ec

Quito: Av. Whymper E7-37 y Alpallana, edificio Delfos, teléfonos (593-2) 2505660/ 1; y en la Av. 9 de octubre 624 y Carrión, edificio Prometeo, teléfonos 2569898/ 9. Fax: (593 2) 250-9054

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Proyecto tesis Bustamante-Suasnavas.docx (D30141654)
Submitted: 2017-08-16 16:16:00
Submitted By: lecheverriaf@ulvr.edu.ec
Significance: 6 %

Sources included in the report:

TESIS..Joffre Guambuquete.pdf (D14246962)
tesis raul final.docx (D11312613)
20170316 PROY. TITULACION PULAMARIN JOHANA.pdf (D26465151)
PROYECTO DE GRADUACION Version final.docx (D24435337)
Tesis Leonardo Galan.pdf (D14233274)
TESISjoffre guambuquete..pdf (D13829977)
20170221 Alexandra Quizhpilema.pdf (D25956469)
20170316 Valeria López.pdf (D26465258)
<http://www.funvisis.gob.ve/objetosa/temblortierra/qesimo.html>
<https://geologicalmanblog.wordpress.com/tag/tectonica-de-placas/>
<http://www.cenapred.unam.mx/es/PreguntasFrecuentes/faqpopo3.html>
<https://www.definicionabc.com/geografia/placa-tectonica.php>
https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_sismol%C3%B3gica_de_Richter
https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_sismol%C3%B3gica_de_Mercalli
<https://www.google.com.ec/search?q=que+es+Probabilidad+de+excedencia&cad=h>
<https://es.slideshare.net/djflow/mantenimiento-de-estructuras>
<http://www.imcyc.com/revista/1999/enero/mante.html>
<http://www.protocolo.com.mx/internacional/los-sismos-y-su-efecto-en-las-estructuras/>
https://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n_armado
<https://es.slideshare.net/dussanyagual/reforzamientos-de-estructuras>

Instances where selected sources appear:

87



MSc. Ing. Leonardo Echeverría Fabre

CERTIFICACIÓN Y APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación titulado: *“EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE DAÑOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES PRODUCIDAS POR EL TERREMOTO DE 7.8 EN LA PARROQUÍA TARQUI DE LA CIUDAD DE MANTA EL 16 DE ABRIL DEL 2016, PARA ELABORAR UN PLAN DE DEMOLICIÓN, RECONSTRUCCIÓN, READECUACIÓN Y MANTENIMIENTO, CASO HOTEL LAS ROCAS”*, certifico haber dirigido, revisado y analizado el mismo en todas sus partes, presentado por los estudiantes ALFONSO GABRIEL BUSTAMANTE BAQUE y EDISON VICENTE SUASNAVAS YAGUAL como requisito previo a la aprobación de la investigación para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación.



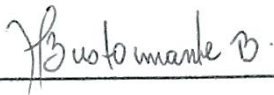
MSc. Ing. Leonardo Echeverría Fabre

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil 14 de Agosto del 2017

Yo, Bustamante Baque Alfonso Gabriel, declaro bajo juramento, que la autoría del presente Proyecto de titulación, me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, por su reglamento y normativa vigente.



Bustamante Baque Alfonso Gabriel

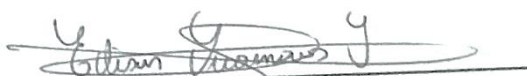
C.I. 0930587498

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil 14 de Agosto del 2017

Yo, Suasnavas Yagual Edison Vicente, declaro bajo juramento, que la autoría del presente Proyecto de titulación, me corresponde totalmente y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo mis derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, por su reglamento y normativa vigente.



Suasnavas Yagual Edison Vicente

C.I. 0924598345

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios primeramente por haberme dado la sabiduría para culminar esta meta, a mi madre la Sr. María Baque López por haber sido una mujer que con su ejemplo y dedicación supo guiarme por el sendero del bien y ayudarme en todo momento y en todas las áreas de mi vida, junto con mi hermana Elizabeth Bustamante Baque ser mi apoyo incondicional, a mi esposa la Psi Silvana Badillo por ser mi apoyo emocional, a nuestro tutor el Msc. Ing. Leonardo Echeverría Fabre por ser nuestro guía durante el desarrollo de la tesis, a mis maestros por tener ese amor a enseñar a otros, a mi compañero el Sr. Edison Suasnavas por su apoyo durante el desarrollo de este proyecto y a todos los amigos que estuvieron apoyándonos hasta culminar la meta propuesta.

Alfonso Gabriel Bustamante Baque

Primeramente mi profundo agradecimiento a Dios, que me ha brindado sabiduría, salud y vida para poder llegar a la culminación de mi carrera de ingeniería civil, a mi tía mama Dalila Calderón quien me incentivó a retomar los estudios para llegar a ser un gran profesional, a nuestro tutor MSc. Ing. Leonardo Echeverría Fabre por guiarnos con éxito a la culminación de nuestra tesis de titulación, al grupo docentes por haber compartido sus conocimientos durante el periodo de nuestra carrera, a mi compañero de tesis el Sr. Alfonso Bustamante por ser una base fundamental para finalizar nuestro proyecto y a todo el grupo de amigos hermanos que siempre estuvimos apoyándonos hasta llegar a nuestra meta.

Edison Vicente Suasnavas Yagual

DEDICATORIA

Dedico este proyecto especialmente a mi madre María Baque por ser una mujer luchadora, que día a día supo enseñarme como salir a delante y ser una mejor persona fomentándome valores y ética, ha sido mi fuerza, mi ayuda y mi ejemplo en todas las áreas de mi vida, sin ella no hubiera sido posible culminar con éxito esta etapa de mi vida.

Alfonso Gabriel Bustamante Baque

Dedico este proyecto primeramente a mi madre María Yagual que desde el cielo estará muy feliz y orgullosa de este logro en mi vida, a mis hijos Aaron y Ryan que son mi razón para luchar en esta vida, mi padre, mis hermanos y toda mi familia que han sido mi inspiración para culminar con éxito mi carrera.

Edison Vicente Suasnavas Yagual

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| AGRADECIMIENTO | ii |
| DEDICATORIA | viii |
| ÍNDICE GENERAL..... | ix |
| ÍNDICE DE ECUACIONES | xiv |
| ÍNDICE DE TABLAS | xv |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xvi |
| INTRODUCCIÓN | xvii |
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN | 1 |
| 1.1 Tema..... | 1 |
| 1.2 Planteamiento del problema | 1 |
| 1.3 Formulación del problema | 2 |
| 1.4 Sistematización del problema | 2 |
| 1.5 Objetivos | 3 |
| 1.5.1 Objetivo General | 3 |
| 1.5.2 Objetivos Específicos..... | 3 |
| 1.6 Justificación de la investigación | 3 |
| 1.7 Delimitación de la investigación..... | 4 |
| 1.8 Hipótesis de la investigación | 5 |
| CAPÍTULO 2 | 6 |
| MARCO TEÓRICO: TÉCNICO | 6 |
| 2.1 Los sismos..... | 6 |
| 2.1.1 Característica de los sismos..... | 6 |
| 2.1.2 Comportamiento de las estructuras durante los sismos. | 10 |
| 2.1.3 Impacto que causan los sismos a las edificaciones. | 11 |
| 2.1.4 Efectos de los terremotos | 12 |
| 2.1.4.1 Destrucción de edificaciones..... | 12 |
| 2.1.4.2 Destrucción de Infraestructura (carreteras, líneas vitales y puentes) | 12 |
| 2.1.4.3 Daños diversos al suelo | 13 |
| 2.1.4.4 Deslizamientos o derrumbes..... | 13 |
| 2.1.4.5 Tsunamis o maremotos..... | 13 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.2 | Movimientos de las placas tectónicas..... | 13 |
| 2.2.1 | Borde divergente..... | 14 |
| 2.2.2 | Borde convergente..... | 14 |
| 2.2.2.1 | Continental – Oceánica | 14 |
| 2.2.2.2 | Continental – Continental | 15 |
| 2.2.2.3 | Oceánica – Oceánica | 15 |
| 2.2.3 | Borde transformante..... | 16 |
| 2.3 | Tipos de ondas..... | 17 |
| 2.3.1 | Ondas P (Primarias)..... | 17 |
| 2.3.2 | Ondas S (Secundarias)..... | 18 |
| 2.3.3 | Ondas Love | 19 |
| 2.3.4 | Ondas Rayleigh..... | 20 |
| 2.4 | Ubicación de las zonas de alto riesgo sísmico en Ecuador..... | 21 |
| 2.4.1 | Zonificación sísmica y factor de zona Z..... | 21 |
| 2.4.2 | Población de Manta y con su respectivo factor Z | 22 |
| 2.5 | Mantenimiento de estructuras | 23 |
| 2.5.1 | Daños que sufren las Estructuras de Hormigón Armado | 23 |
| 2.5.2 | ¿Por qué es necesario tomar acciones de mantenimiento de las estructuras? .. | 24 |
| 2.6 | Diseño sismo resistente. | 24 |
| 2.6.1 | Requisitos de Estructuras Sismo Resistentes del ACI 318 08 para diseño de estructuras de hormigón armado | 26 |
| 2.6.2 | Interacción de elementos no estructurales con estructura | 29 |
| 2.6.3 | Análisis y diseño de elementos estructurales | 29 |
| 2.6.4 | Requisitos para acero a flexión y corte (estribos)..... | 29 |
| 2.6.5 | Refuerzo en pórticos especiales resistentes a momento y muros estructurales especiales | 30 |
| 2.6.6 | Requisitos para vigas en pórticos especiales resistentes a momentos | 31 |
| 2.6.7 | Requisitos para pórticos especiales en vigas | 32 |
| 2.6.8 | Requisitos para acero de corte o estribos en vigas..... | 34 |
| 2.6.9 | Requisitos para resistencia a corte en vigas | 37 |
| 2.6.9.1 | Fuerzas de diseño | 37 |
| 2.6.9.2 | Refuerzo transversal..... | 37 |
| 2.6.10 | Requisitos para columnas | 38 |
| 2.6.11 | Resistencia mínima a flexión de columnas | 39 |
| 2.6.12 | Requisito de resistencia Columna Fuerte – Viga Débil..... | 40 |

| | | |
|---------------------------|--|----|
| 2.6.13 | Requisitos para refuerzo en columnas..... | 41 |
| 2.6.13.1 | Refuerzo longitudinal..... | 41 |
| 2.6.13.2 | Refuerzo transversal..... | 42 |
| 2.6.14 | Requisitos para refuerzo de conexiones viga-columna..... | 47 |
| 2.6.15 | Resistencia al cortante en conexiones viga-columna..... | 48 |
| 2.6.15.1 | Resistencia al cortante..... | 48 |
| 2.6.16 | Anclaje de refuerzos en conexiones viga-columna..... | 50 |
| MARCO TEÓRICO: LEGAL..... | | 55 |
| 2.7 | Normativa Técnica Legal..... | 55 |
| 2.7.1 | Normas ecuatoriana de la construcción (NEC-2015)..... | 55 |
| 2.7.1.1 | Capítulo Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente..... | 55 |
| 2.7.1.2 | Capítulo Cargas Sísmicas, Diseño Sismo Resistente..... | 55 |
| 2.7.1.3 | Capitulo Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras..... | 56 |
| 2.7.2 | Reglamento American Concrete Institute (ACI – 318 - 08)..... | 56 |
| 2.7.2.1 | Capítulo 7 Detalles Del Refuerzo..... | 57 |
| 2.7.2.2 | Capítulo 10 Flexión y Cargas Axiales..... | 57 |
| 2.7.2.3 | Capítulo 21 Estructuras Sismo Resistente..... | 58 |
| 2.7.3 | Disposición y ordenanzas municipales para construcciones de edificaciones | 59 |
| MARCO CONCEPTUAL..... | | 74 |
| 2.8 | Sismo:..... | 74 |
| 2.9 | Escala de Richter:..... | 74 |
| 2.10 | Escala de Mercalli Modificada:..... | 74 |
| 2.11 | Placas tectónicas:..... | 75 |
| 2.12 | Probabilidad de excedencia:..... | 75 |
| 2.13 | Periodo de retorno:..... | 75 |
| 2.14 | Acero:..... | 76 |
| 2.15 | Hormigón Armado:..... | 76 |
| 2.16 | Armadura principal (o longitudinal):..... | 76 |
| 2.17 | Armadura secundaria (o transversal):..... | 77 |
| 2.18 | Estribo:..... | 77 |
| 2.19 | Zuncho:..... | 77 |
| 2.20 | Barras de repartición:..... | 78 |
| 2.21 | Barras de retracción:..... | 78 |
| 2.22 | Gancho sísmico:..... | 78 |

| | | |
|--------------------|---|-----|
| 2.23 | Traba: | 78 |
| CAPÍTULO 3 | | 79 |
| MARCO METODOLÓGICO | | 79 |
| 3.1 | Evaluar de manera general el impacto destructivo del terremoto en la zona | 79 |
| 3.2 | Evaluación de la edificación | 81 |
| 3.3 | Estudio de campo para conocer los daños de la edificación en la zona | 84 |
| 3.4 | Análisis de daños estructurales y no estructurales en edificaciones | 85 |
| 3.5 | TIPO DE INVESTIGACIÓN | 91 |
| 3.6 | ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN | 91 |
| 3.7 | TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN | 91 |
| 3.8 | Rehabilitación de estructuras | 92 |
| 3.8.1 | Definición del objetivo de la rehabilitación | 92 |
| 3.8.2 | Recolección de la información | 94 |
| 3.8.3 | Estrategias de rehabilitación | 94 |
| 3.8.4 | Diseño de la rehabilitación | 95 |
| 3.9 | Método de reparación y rehabilitación | 95 |
| 3.9.1 | Reparación en edificaciones | 96 |
| 3.9.2 | Método de reforzamiento estructural | 96 |
| 3.9.2.1 | Para incrementar la resistencia y/o la rigidez de la estructura se debe realizar: | 96 |
| 3.9.2.2 | Para modificar la capacidad de respuesta de la estructura se necesita de: | 98 |
| 3.10 | Distribución de carga; gravedad y sismo | 99 |
| 3.10.1 | Carga gravedad | 99 |
| 3.10.1.1 | Área tributaria | 100 |
| 3.10.1.2 | Áreas de Bandas Soportes y Bandas Pilares | 103 |
| 3.10.2 | Cargas accidentales; sismo | 107 |
| 3.10.2.1 | Distribución de fuerzas del cortante basal por piso | 107 |
| CAPÍTULO 4 | | 116 |
| PROPUESTA | | 116 |
| 4.1 | Título de la Propuesta | 116 |
| 4.1.1 | Antecedentes | 116 |
| 4.2 | Desarrollo de propuesta | 117 |
| 4.2.1 | Descripción de la edificación | 117 |
| 4.2.2 | Clasificación de los daños en la edificación | 118 |

| | | |
|--------------------------------|---|-----|
| 4.2.2.1 | División de elementos estructurales:..... | 118 |
| 4.2.2.2 | División de elementos no estructurales:..... | 118 |
| 4.2.3 | Resultados según el Cálculo Estructural realizado por medio del programa CypeCAD.118 | |
| 4.2.3.1 | Fallos en Columnas..... | 119 |
| 4.2.3.2 | Fallo en vigas | 124 |
| 4.2.3.3 | Fallo en Muros..... | 126 |
| 4.2.3.4 | Fallo en Escalera | 126 |
| 4.2.3.5 | Mampostería | 126 |
| CAPÍTULO 5 | | 127 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 127 |
| 5.1 | Conclusiones..... | 127 |
| 5.2 | Recomendaciones | 129 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 131 |
| ANEXOS | | 3 |
| ANEXOS FOTOGRÁFICOS | | 3 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|-----|
| Ecuación N° 1. Acero Mínimo..... | 33 |
| Ecuación N° 2. Resistencia mínima a flexión de columnas | 39 |
| Ecuación N° 3. Cuantía volumétrica de refuerzo | 42 |
| Ecuación N° 4. Separación del refuerzo transversal | 43 |
| Ecuación N° 5. Cuantía volumétrica de estribos cerrados circulares..... | 44 |
| Ecuación N° 6. Área total de la sección transversal estribos cerrados rectangulares | 44 |
| Ecuación N° 7. Área total de la sección transversal estribos cerrados rectangulares | 44 |
| Ecuación N° 8. Para nudos confinado en las cuatros caras..... | 48 |
| Ecuación N° 9. Para nudos confinados en tres caras o en dos caras opuestas..... | 48 |
| Ecuación N° 10. Para otros casos | 48 |
| Ecuación N° 11. Longitud de desarrollo de barras de tracción | 51 |
| Ecuación N° 12. Longitud de desarrollo de barras de tracción | 53 |
| Ecuación N° 13. Longitud de desarrollo de barras corrugadas | 53 |
| Ecuación N° 14. Cortante basal de diseño | 107 |
| Ecuación N° 15. Periodo de vibración | 113 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla N° 1. Escala de Richter | 7 |
| Tabla N° 2. Escala de Mercalli Modificada | 8 |
| Tabla N° 3. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada..... | 22 |
| Tabla N° 4. Poblaciones ecuatorianas y valor del factor Z | 22 |
| Tabla N° 5. Correlación entre la terminología relacionada con los sismos en los reglamentos modelo | 27 |
| Tabla N° 6. Normas generales para edificaciones..... | 62 |
| Tabla N° 7. Ancho mínimo escaleras | 63 |
| Tabla N° 8. Dimensiones mínimas internas de pozo (1)..... | 70 |
| Tabla N° 9. Dimensiones mínimas de foso, | 71 |
| Tabla N° 10. Capacidad y áreas útiles de cabina | 72 |
| Tabla N° 11. Control de daño y nivel de desempeño para edificios | 93 |
| Tabla N° 12. Niveles de amenaza sísmica | 93 |
| Tabla N° 13. Cálculo de la cargas..... | 99 |
| Tabla N° 14. Peso de los pilares | 101 |
| Tabla N° 15. Bajada de cargas (kg/m ²) | 101 |
| Tabla N° 16. Peso de losa por área (kg/m ²)..... | 102 |
| Tabla N° 17. Reparto de carga por banda carga muerta (kg/m ²)..... | 105 |
| Tabla N° 18. Reparto de carga viva (kg/m ²)..... | 105 |
| Tabla N° 19. Intensidad sísmica pórtico D (kg/m)..... | 106 |
| Tabla N° 20. Cálculo sísmico por planta "pórtico D" | 106 |
| Tabla N° 21. Coeficientes de perfil de suelo factor Fa | 108 |
| Tabla N° 22. Coeficientes de perfil de suelo factor Fd | 108 |
| Tabla N° 23. Coeficientes de perfil de suelo factor Fs..... | 109 |
| Tabla N° 24. Factor de importancia..... | 109 |
| Tabla N° 25. Espectro elástico de aceleraciones..... | 112 |
| Tabla N° 26. Coeficiente que depende del tipo de edificio..... | 114 |
| Tabla N° 27. Determinación de K | 114 |
| Tabla N° 28. Fuerzas y Riesgo..... | 115 |
| Tabla N° 29. Dirección y sentido de la acción sísmica Grupo 5..... | 119 |
| Tabla N° 30. Dirección y sentido de la acción sísmica Grupo 6..... | 120 |
| Tabla N° 31. El factor de amplificación dinámica wf..... | 121 |
| Tabla N° 32. Dirección y sentido de la acción sísmica Grupo 7 | 122 |
| Tabla N° 33. El factor de amplificación dinámica wf Grupo 7 | 123 |
| Tabla N° 34. Comprobaciones de Resistencia | 124 |
| Tabla N° 35. Comprobación de Fisuración | 125 |
| Tabla N° 36. Comprobaciones de Flecha..... | 125 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura N° 1. Borde divergente | 14 |
| Figura N° 2. Continental-Oceánica | 15 |
| Figura N° 3. Continental-Continental | 15 |
| Figura N° 4. Oceánica – Oceánica..... | 16 |
| Figura N° 5. Borde transformante | 16 |
| Figura N° 6. Ondas P (Primarias) | 17 |
| Figura N° 7. Ondas del cuerpo (P) | 17 |
| Figura N° 8. Ondas S (Secundarias) | 18 |
| Figura N° 9. Ondas del cuerpo (S)..... | 18 |
| Figura N° 10. Ondas Love | 19 |
| Figura N° 11. Ondas Superficiales (L) | 19 |
| Figura N° 12. Ondas Rayleigh | 20 |
| Figura N° 13. Ondas Superficiales (R)..... | 20 |
| Figura N° 14. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z..... | 21 |
| Figura N° 15. Efecto de Sitio..... | 25 |
| Figura N° 16. Capacidad de carga (qu) por centímetro cuadrado (cm ²) | 26 |
| Figura N° 17. Máximo ancho efectivo de una viga ancha y refuerzo transversal requerido | 32 |
| Figura N° 18. Refuerzo Longitudinal..... | 34 |
| Figura N° 19. Refuerzo Transversal | 35 |
| Figura N° 20. Croquis para aclarar las medidas entre barras de columna apoyadas lateralmente. | 36 |
| Figura N° 21. Ejemplos de estribos cerrados de confinamiento sobrepuestos | 36 |
| Figura N° 22. Cortante de diseño para vigas y columnas..... | 38 |
| Figura N° 23. Los subíndices l, r, t, y b, representan el soporte izquierdo, el soporte derecho, la parte superior de la columna y el fondo de la columna, respectivamente | 40 |
| Figura N° 24. Refuerzo Longitudinal..... | 41 |
| Figura N° 25. Ejemplo de refuerzo transversal en columnas | 43 |
| Figura N° 26. Refuerzo Transversal | 45 |
| Figura N° 27. Columna termina en una zapata | 46 |
| Figura N° 28. Área efectiva del nudo..... | 49 |
| Figura N° 29. Corte horizontal en la conexión viga-columna..... | 50 |
| Figura N° 30. Longitud de desarrollo..... | 51 |
| Figura N° 31. Recubrimiento del concreto..... | 54 |
| Figura N° 32. Detalle de barras dobladas para el desarrollo del gancho estándar..... | 54 |
| Figura N° 33. Cálculo del espectro elástico de aceleraciones | 111 |
| Figura N° 34. Grafico espectro elástico de aceleraciones..... | 113 |

INTRODUCCIÓN

Las edificaciones de la ciudad de Manta en la parroquia de Tarqui se vieron afectas algunas en su totalidad y otras en un 30% ya que existen viviendas y edificios con más 30 años de antigüedad, por el terremoto del pasado 16 de abril de 2016 con el epicentro en la ciudad de Pedernales de la provincia de Manabí, sufriendo daños estructurales y no estructurales por tal motivo después del informe técnico realizado por el GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado de Manta) determinaron la cuantificación de los daños.

Este proyecto tiene como finalidad realizar una evaluación diagnosticando los daños estructurales y no estructurales en la edificación Hotel las Rocas producidas por el terremoto de 7.8 grados escala de Richter; en la ciudad de Manta el 16 de Abril del 2016, para elaborar un plan de reparación, reforzamiento y sustitución.

Tomando en cuenta los procesos constructivos actualizados con el fin de mejorar la calidad de vida y salvaguardar la vida de los habitantes de la edificación afectada.

La reparación, reforzamiento y la sustitución se lo planteará en base a todos los procesos implicados en una edificación, desde los materiales de fabricación, las técnicas de construcción y la ubicación del edificio. Por lo que se tiene en cuenta su impacto en el entorno, con el fin de brindar una mejor funcionalidad del edificio.

El éxito de los proyectos de remodelación, readecuación y mantenimiento depende en gran medida de que se hayan realizado los preparativos adecuados durante la etapa previa a la planificación. En esa etapa del proyecto, deben

realizar con diligencia las siguientes actividades clave como una cuidadosa conceptualización, un detallado análisis de la estructura de la edificación, una gestión temprana de los riesgos, consultas con los propietarios y una gobernanza adecuada.

La evaluación diagnóstica se basa en la siguiente norma:

- NEC – SE – DS. Peligro sísmico.

Elaboración de un plan de demolición, readecuación, remodelación y mantenimiento está basada en las siguientes normas:

- NEC – SE – DS. Peligro sísmico – Diseño Sismo Resistente.
- NEC – SE – DS. Peligro sísmico – Cargas Sísmicas.
- NEC – SE – RE. Peligro sísmico – Evaluación, Rehabilitación de estructuras.
- Reglamento American Concrete Institute (ACI – 318 - 08)

CAPÍTULO 1

ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

“EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE DAÑOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES PRODUCIDAS POR EL TERREMOTO DE 7.8 EN LA PARROQUÍA TARQUI DE LA CIUDAD DE MANTA EL 16 DE ABRIL DEL 2016, PARA ELABORAR UN PLAN DE DEMOLICIÓN, RECONSTRUCCIÓN, READECUACIÓN Y MANTENIMIENTO, CASO HOTEL LAS ROCAS”

1.2 Planteamiento del problema

Las edificaciones tales como; viviendas, edificios y condominios, ubicadas en la parroquia Tarqui las cuales sufrieron daños estructurales y no estructurales causados por el sismo de 7.8 grados escala de Richter, el 16 de Abril del 2016 con epicentro ubicado entre parroquias Pedernales y Cojimíes del cantón Pedernales, provincia de Manabí, se plantea una evaluación diagnostica con el fin de recolectar información necesaria que nos ayudará a determinar cuáles fueron sus daños, para ejecutar según sea el caso un plan de demolición, reconstrucción, readecuación y mantenimiento.

Proporcionando un mejor funcionamiento de las estructuras, salvaguardando la vida de los habitantes de la zona y mejorando la calidad de vida.

La principal causa de los daños se debe a un mal manejo de las normas y procesos constructivos requeridos por las ordenanzas municipales y las Normas Ecuatorianas de la construcción (NEC 2015), los cuales a simple vista se pueden observar.

1.3 Formulación del problema

Realizar la evaluación diagnóstica de daños estructurales en edificaciones producidas por el terremoto de 7.8 grados escala de Richter que afectó a la parroquia Tarqui, en la ciudad de Manta, para elaborar un plan de demolición, reconstrucción, readecuación y mantenimiento con la finalidad de ofrecer un mejor funcionamiento y vida útil de las estructuras en edificaciones.

1.4 Sistematización del problema

- ¿Cuál fue el comportamiento de la edificación después del sismo de 7,8 grados escala de Richter?
- ¿De qué modo ayudará el plan de reparación, reforzamiento, sustitución y rehabilitación a la edificación Hotel las Rocas?
- ¿Qué beneficios se obtendrá al utilizar materiales de primera calidad cumpliendo las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), cumpliendo las ordenanzas municipales para la construcción y la NEC 2015 (Norma Ecuatoriana de la Construcción), con mano de obra calificada, Tecnología y Dirección Técnica?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Evaluar los daños estructurales en la edificación Hotel las Rocas; producidas por el terremoto el 16 de Abril del 2016 en la provincia de Manabí, mediante la instrumentación con el fin de elaborar un plan de reparación, reforzamiento y sustitución; para facilitar la toma de decisiones a autoridades y propietarios.

1.5.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar un plan de reparación, reforzamiento y sustitución, cumpliendo las especificaciones técnicas y normas establecidas.
- ✓ Dar guías para el mantenimiento a la estructura de la edificación con el fin de mejorar la vida útil.
- ✓ Proponer un método reforzamiento utilizando normas y estándares garantizados por la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

1.6 Justificación de la investigación

Esta investigación determina la importancia de realizar una evaluación diagnóstica de daños estructurales en edificaciones producidas por el terremoto el 16 de Abril del 2016, en la parroquia Tarqui de la ciudad de Manta, con el fin de elaborar un plan de demolición, reconstrucción, readecuación y mantenimiento, mejorando su funcionamiento.

El estudio se caracteriza, a través del análisis que se realizó a cada edificación se determinó que los daños que sufrió la zona en algunos casos fueron estructurales y no estructurales.

Para llevar a cabo este proyecto se necesitará de mano de obra calificada, personal técnico con experiencia, capaz de aplicar y cumplir las ordenanzas municipales de la construcción, proporcionadas por el Municipio de Manta además de las Normas Ecuatorianas de la construcción (NEC 2015), con el fin de ejecutar procesos constructivos de calidad y confiables con el fin de salvaguardar las vidas de los habitantes.

El mantenimiento en la estructura, se lo realiza inspeccionando los elementos estructurales tales como: columna, viga y losas del edificio, elaborando un análisis de cada elemento para luego realizar el reforzamiento de las estructuras que lo requieran mejorando la vida útil de la edificación.

1.7 Delimitación de la investigación

Una vez desarrollado el proyecto se aportará a la parroquia de Tarqui en la ciudad de Manta, ya que la evaluación diagnóstica de daños estructurales en la edificación determina si se ejecutará un plan reparación, reforzamiento y sustitución; según corresponda técnicamente, se garantizará el óptimo cumplimiento de las Ordenanzas Municipales y Normas Ecuatoriana de la Construcción con el fin de dar seguridad y una buena ejecución de los métodos constructivos a los habitantes de la zona.

1.8 Hipótesis de la investigación

- Se aplicará técnicas de construcción sujetas a las ordenanzas municipales y normas de la construcción del país con el fin de brindar seguridad en las construcciones.
- Se pueden plantear métodos constructivos de acorde a la inversión de cada habitante el cual se vio afectado por los daños del terremoto.
- La reparación de los daños causados por el terremoto tomando en cuenta; que se los realizaría ejecutando un plan de reparación, reforzamiento y sustitución, con un personal técnico capacitado y con la experiencia necesaria para asegurar los procesos constructivos en la zona afectada.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO: TÉCNICO

2.1 Los sismos

Son considerados como movimientos que se producen por el choque de las placas tectónicas. La sacudida libera energía mientras los materiales de la corteza terrestre se reorganizan para volver a alcanzar el equilibrio mecánico.

2.1.1 Característica de los sismos

La característica de los sismos se debe a los siguientes factores:

El foco, centro o hipofoco de un sismo, es el punto de la corteza terrestre en que los cálculos indican el origen de las ondas sísmicas.

La magnitud se considera como una medida de la energía liberada; siendo una medida cuantitativa del tamaño de un sismo, y es independiente del lugar de observación. Se determina a partir de la medición de las amplitudes registradas en sismogramas. La escala de magnitudes más común es la de Richter, que es una escala logarítmica, de tal manera que un incremento de una unidad en la escala, constituye un aumento de diez veces en la energía liberada. Así un sismo de magnitud 6.0 es diez veces mayor a uno de 5.0. La máxima magnitud registrada en esta escala es de 8.9. (SUINAGA, 2009, pág. 3).

Tabla N° 1. Escala de Richter

| Magnitud (M_w =Mayores de 6,9 M_L =De 2,0 a 6,9) | Descripción | Efectos de un sismo | Frecuencia de ocurrencia |
|--|---------------------------|---|--|
| Menos de 2,0 | Micro | Los microsismos no son perceptibles. | Alrededor de 8000 por día |
| 2,0-2,9 | Menor | Generalmente no son perceptibles. | Alrededor de 1000 por día |
| 3,0-3,9 | | Perceptibles a menudo, pero rara vez provocan daños. | 49 000 por año. |
| 4,0-4,9 | Ligero | Movimiento de objetos en las habitaciones que genera ruido. Sismo significativo pero con daño poco probable. | 6 200 por año. |
| 5,0-5,9 | Moderado | Puede causar daños mayores en edificaciones débiles o mal construidas. En edificaciones bien diseñadas los daños son leves. | 800 por año. |
| 6,0-6,9 | Fuerte | Pueden llegar a destruir áreas pobladas, en hasta unos 160 kilómetros a la redonda. | 120 por año. |
| 7,0-7,9 | Mayor | Puede causar serios daños en extensas zonas. | 18 por año. |
| 8,0-8,9 | Grande | Puede causar graves daños en zonas de varios cientos de kilómetros. | 1-3 por año. |
| 9,0-9,9 | | Devastadores en zonas de varios miles de kilómetros. | 1-2 en 20 años. |
| 10,0+ | Legendario o apocalíptico | Nunca registrado; ver tabla de más abajo para el equivalente de energía sísmica. | En la historia de la humanidad (y desde que se tienen registros históricos de los sismos) nunca ha sucedido un sismo de esta magnitud. |

Fuente: (Richter, 1935)

La intensidad es una medida local de destrucción sísmica, es una medida subjetiva de los efectos de un sismo en un lugar dado.

La escala de intensidades que más se utiliza es la denominada “Mercalli Modificada”. A un sismo con una magnitud dada según la escala de Richter, corresponderán intensidades diferentes, según la distancia al foco, y las características del suelo donde se efectúa la observación. (SUINAGA, 2009, pág. 3).

Tabla N° 2. Escala de Mercalli Modificada

| Grado | Descripción ^{3 4} |
|-------------------------|--|
| I - <i>Muy débil.</i> | Imperceptible para la mayoría excepto en condiciones favorables. Aceleración menor a 0,5 Gal. ^{3 4} |
| II - <i>Débil.</i> | Perceptible solo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios. Los objetos colgantes suelen oscilar. Aceleración entre 0,5 y 2,5 Gal. ^{3 4} |
| III - <i>Leve.</i> | Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Muchos no lo perciben como un terremoto. Los automóviles detenidos se mueven ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño. Aceleración entre 2,5 y 6,0 Gal. ^{3 4} |
| IV - <i>Moderado.</i> | Perceptible por la mayoría de personas dentro de los edificios, por pocas personas en el exterior durante el día. Durante la noche algunas personas pueden despertarse. Perturbación en cerámica, puertas y ventanas. Las paredes suelen hacer ruido. Los automóviles detenidos se mueven con más energía. Sensación semejante al paso de un camión grande. Aceleración entre 6,0 y 10 Gal. ^{3 4} |
| V - <i>Poco fuerte.</i> | Sacudida sentida casi por todo el país o zona y algunas piezas de vajilla o cristales de ventanas se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; caen objetos inestables. Se observan perturbaciones en los |

| | |
|------------------------------|--|
| | árboles, postes y otros objetos altos. Se detienen los relojes de péndulo. Aceleración entre 10 y 20 Gal. ^{3 4} |
| VI - <i>Fuerte.</i> | Sacudida sentida por todo el país o zona. Algunos muebles pesados cambian de sitio y provoca daños leves, en especial en viviendas de material ligero. Aceleración entre 20 y 35 Gal. ^{3 4} |
| VII - <i>Muy fuerte.</i> | Ponerse de pie es difícil. Muebles dañados. Daños insignificantes en estructuras de buen diseño y construcción. Daños leves a moderados en estructuras ordinarias bien construidas. Daños considerables en estructuras pobremente construidas. <u>Mampostería</u> dañada. Perceptible por personas en vehículos en movimiento. Aceleración entre 35 y 60 Gal. ^{3 4} |
| VIII - <i>Destructivo.</i> | Daños leves en estructuras especializadas. Daños considerables en estructuras ordinarias bien construidas, posibles derrumbes. Daño severo en estructuras pobremente construidas. <u>Mampostería</u> seriamente dañada o destruida. Muebles completamente sacados de lugar. Aceleración entre 60 y 100 Gal. ^{3 4} |
| IX - <i>Muy destructivo.</i> | Pánico generalizado. Daños considerables en estructuras especializadas, paredes fuera de plomo. Grandes daños en importantes edificios, con derrumbes parciales. Edificios desplazados fuera de las bases. Aceleración entre 100 y 250 Gal. ^{3 4} |
| X - <i>Desastroso.</i> | Algunas estructuras de madera bien construidas quedan destruidas. La mayoría de las estructuras de <u>mampostería</u> y el marco destruido con sus bases. Vías ferroviarias dobladas. Aceleración entre 250 y 500 Gal. ^{3 4} |
| XI - <i>Muy desastroso.</i> | Pocas estructuras de <u>mampostería</u> , si las hubiera, permanecen en pie. Puentes destruidos. Vías ferroviarias curvadas en gran medida. Aceleración mayor a 500 Gal. ^{3 4} |
| XII - <i>Catastrófico.</i> | Destrucción total con pocos <u>supervivientes</u> . Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados. Imposibilidad de mantenerse en pie. |

Fuente: (Mercalli, 1902).

2.1.2 Comportamiento de las estructuras durante los sismos.

Un sismo no daña a los edificios por impacto, como lo haría un equipo de demolición, básicamente le daña la fuerza de la inercia, que se genera a partir de la vibración de la masa del edificio. La masa del edificio, su forma, dimensiones y la configuración, determinan la fuerza que lo afecta, así como los factores que la resistirían. (SUINAGA, 2009, pág. 5).

Los daños en una estructura a causa de un sismo son variables y dependen del tipo de material y de estructura, sin embargo, los daños que más preocupan a los especialistas son los conocidos como cortante, que se caracterizan por grietas inclinadas en los muros o en las columnas y que pueden conducir al colapso de las estructuras, por ello en las normas de construcción se busca que fallas de esta naturaleza no ocurran. (UNAM, 2015).

“Lo que buscamos es favorecer un comportamiento por flexión que permita el desplazamiento de la estructura sin que colapse, este es el caso de las grietas localizadas en la base de las columnas, los extremos de las vigas o en la base de los muros, lo anterior permite que la estructura se deforme y se adapte a los desplazamientos que requiere el temblor, sin que se produzca un colapso o daños graves”, dijo el doctor Sergio Alcocer, del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. (UNAM, 2015)

Se considera que para ser rehabilitada una estructura de una edificación, aunque haya sufrido daños por un sismo se toma en cuenta lo siguiente:

- ✓ No pierde geometría.
- ✓ Su verticalidad.
- ✓ El ángulo a noventa grados entre una losa y un muro o una columna.

La forma de evaluar el daño que se espera en una estructura ante un sismo se deben tomar en cuenta las características del temblor, así como de los materiales utilizados en la construcción, además conocer si la edificación es apta para resistir fuerzas sísmicas.

2.1.3 Impacto que causan los sismos a las edificaciones.

Un sismo o temblor es un fenómeno en que el terreno se mueve repetidamente en todas direcciones.

Cerca del punto donde se originó el sismo (epicentro) se perciben movimientos intensos tanto verticales como horizontales; mientras que en lugares alejados cientos de kilómetros, el movimiento predominante es el horizontal.

Cuando se somete una construcción a movimiento horizontal del terreno, se generan fuerzas laterales (fuerzas de inercia o fuerzas sísmicas). Las fuerzas a que es sometida la estructura dependen de su masa y de su altura; mientras más peso en la parte superior, mayor es la fuerza lateral que se generará en la construcción.

El efecto es semejante a cuando estamos en un vehículo inmóvil y éste arranca, o estamos en ese vehículo en movimiento y de repente frena; en ambos casos sentimos la fuerza de inercia. En forma similar, un edificio se ve sometido a fuerzas sísmicas en su estructura cuando el terreno se mueve en una y otra dirección.

Estas fuerzas sísmicas se transmiten del techo (o la losa del piso superior) hacia los elementos resistentes (muros, columnas), que a su vez las transmite a

los pisos inferiores y finalmente a la cimentación, que transmite dichas fuerzas al terreno de apoyo.

Para resistir estas fuerzas la estructura debe tener una cantidad y distribución adecuada de elementos resistentes como columnas o muros de carga, así como elementos horizontales (trabes y losas) que distribuyan las fuerzas sísmicas entre dichos elementos. Cuando se excede la resistencia de los elementos estructurales la edificación sufre daños como agrietamientos, aplastamientos o grandes deformaciones que pueden llegar a causar incluso el colapso (el derrumbe total del edificio). (CENAPRED, 1990).

2.1.4 Efectos de los terremotos

Muchos de los daños causados por un terremoto, se deben no solo al movimiento, sino que también en muchas ocasiones a otros fenómenos igualmente destructivos pueden acompañar al evento. Los efectos más comunes provocados por los eventos sísmicos en el país son los siguientes:

2.1.4.1 Destrucción de edificaciones

La destrucción de edificaciones puede considerarse como el efecto de mayor impacto y con un alto costo social para la población.

2.1.4.2 Destrucción de Infraestructura (carreteras, líneas vitales y puentes)

Además de los inconvenientes que generan durante la atención de los desastres, la destrucción de las vías de comunicación terrestre, causan un impacto importante en la economía al impedir el transporte eficiente de productos, así como el intercambio de bienes y servicios con la región afectada.

2.1.4.3 Daños diversos al suelo

Por las características de algunos de nuestros suelos, esta clase de fenómenos se presentan con mucha frecuencia, causando problemas importantes a nivel de infraestructura, líneas vitales y a la actividad agrícola. Los daños más importantes han sido fracturas, asentamientos, licuefacción (el terreno se comporta como arenas movedizas o bien presenta eyección de lodo de manera súbita).

2.1.4.4 Deslizamientos o derrumbes

Permanentemente sus efectos causan graves daños a la ecología, viviendas, edificios, carreteras, puentes, líneas de transmisión eléctrica, acueductos, etc.

2.1.4.5 Tsunamis o maremotos

Aunque estos fenómenos son casi nulos en nuestras costas, la mayoría se originan por eventos sísmicos de gran magnitud con epicentro en el fondo del mar.

2.2 Movimientos de las placas tectónicas

Existe una relación directa entre el lugar de ocurrencia de los sismos y los bordes de placas tectónicas.

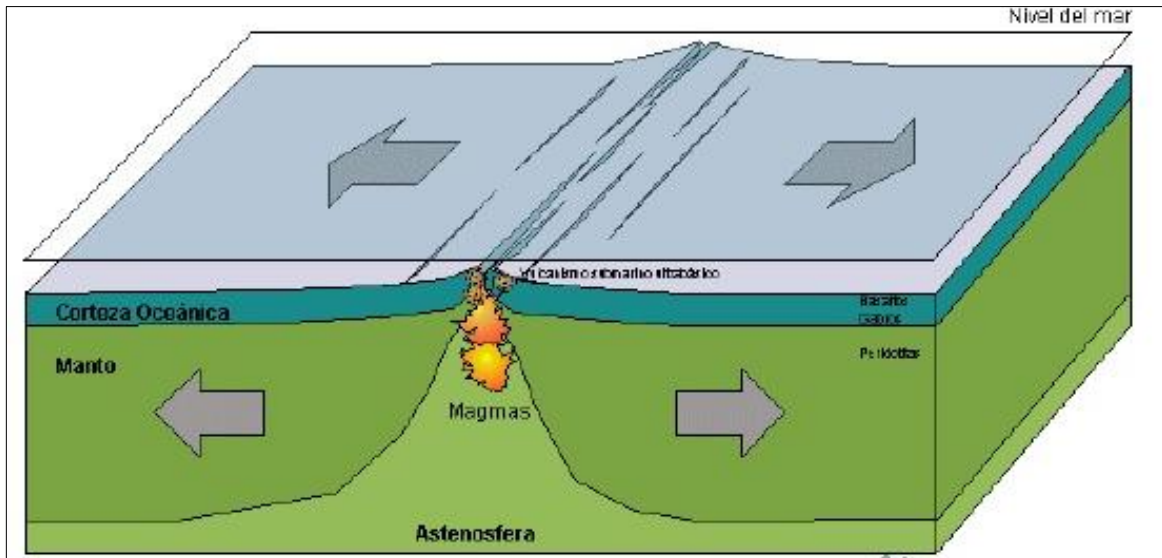
Al acercarse o alejarse, las distintas placas provocan bordes distintos:

- ✓ Divergente
- ✓ Convergente
- ✓ Transformante

2.2.1 Borde divergente

Pueden encontrarse bordes divergentes entre dos placas oceánicas continentales, en ambos casos se forman un Rift Valley (valle de grietas), un adelgazamiento de la corteza debido al alejamiento entre las dos placas.

Figura N° 1. Borde divergente



Fuente: (Wikispaces, 2013)

Cuando las que se alejan son placas continentales dan pie a la formación de nuevos lagos y mares, creando con los años nuevas placas o microplacas.

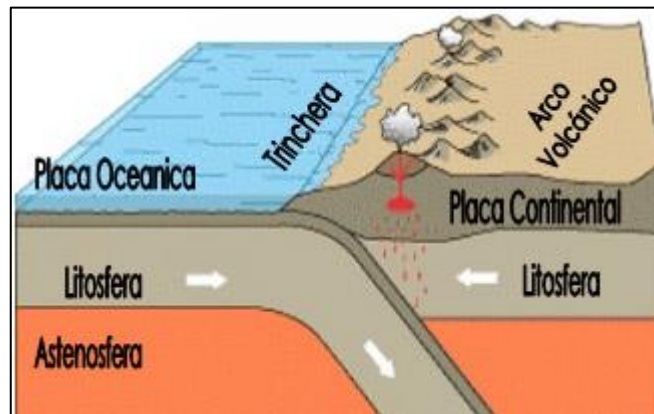
2.2.2 Borde convergente

Existen tres tipos de convergencia de placas:

2.2.2.1 Continental – Oceánica

La corteza oceánica, al ser más densa que la continental subducta bajo ella generando magmatismo, cuña astenosférica y arcos volcánico, junto con contacto sismo genético inter placa y sismicidad intraplaca.

Figura N° 2. Continental-Oceánica

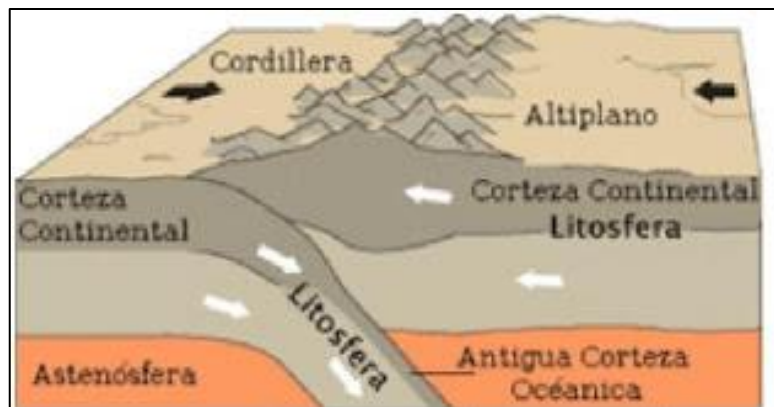


Fuente: (Gisbert, 2013)

2.2.2.2 Continental – Continental

En una colisión entre placas continentales, por lo que se provoca una gran deformación que da paso a la creación de cordones montañosos.

Figura N° 3. Continental-Continental

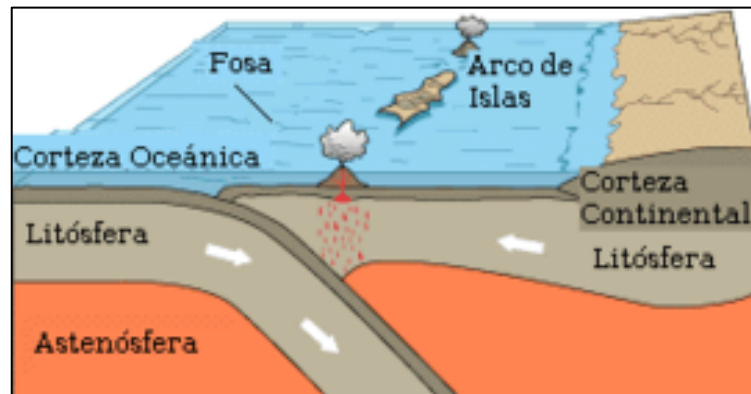


Fuente: (Gisbert, 2013)

2.2.2.3 Oceánica – Oceánica

Cuando dos placas con corteza oceánica colisionan. Una placa subduce bajo la otra iniciándose la fusión y la actividad volcánica como en la convergencia oceánica-continental. Estos arcos están situados a 100-300 km de la fosa submarina que se forma en el punto de subducción.

Figura N° 4. Oceánica – Oceánica



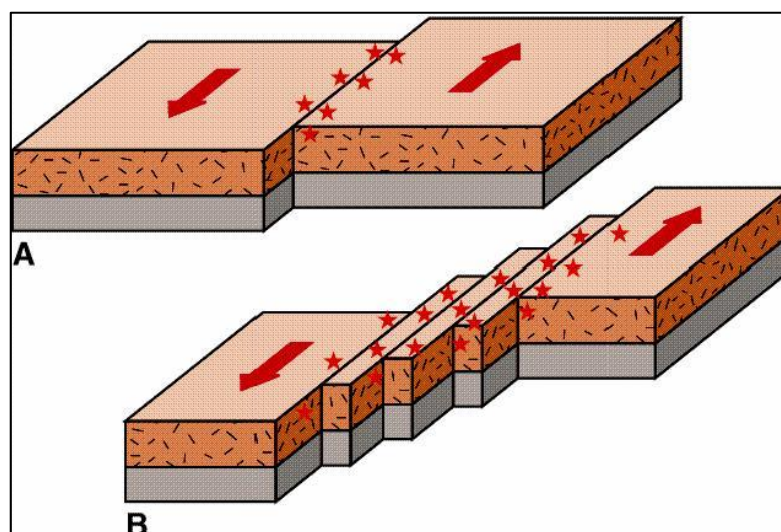
Fuente: (Gisbert, 2013)

La subducción entre las placas se produce debido a que una es más densa que la otra, en el caso Continental - Oceánica, o bien una es más antigua que la otra, si tenemos placas oceánicas.

2.2.3 Borde transformante

Encontramos estos bordes cuando dos placas se mueven paralelamente en direcciones contrarias, produciendo fricción entre ellas acumulándose energía.

Figura N° 5. Borde transformante



Fuente: (Barreña, 2016)

2.3 Tipos de ondas

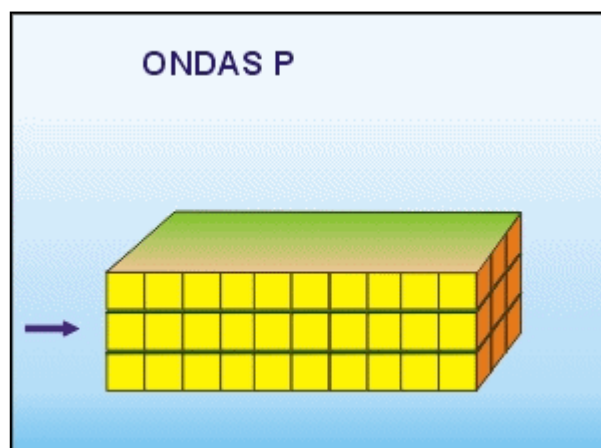
Se consideran cuatro tipos de ondas; las cuales se definen a continuación:

2.3.1 Ondas P (Primarias)

Las ondas P son conocidas como ondas longitudinales, pues las partículas del medio se mueven en el mismo sentido de propagación de la onda.

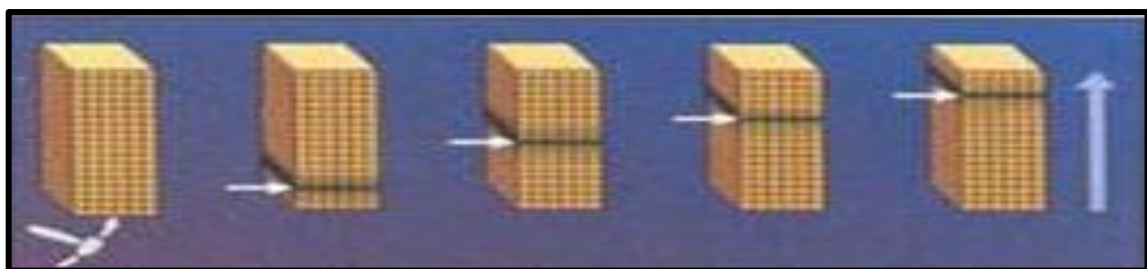
- ✚ Son las que transmiten a mayor velocidad: 6-10 km/s
- ✚ Son las primeras en detectarse en los sismógrafos

Figura N° 6. Ondas P (Primarias)



Fuente: (Salazar, 2010)

Figura N° 7. Ondas del cuerpo (P)



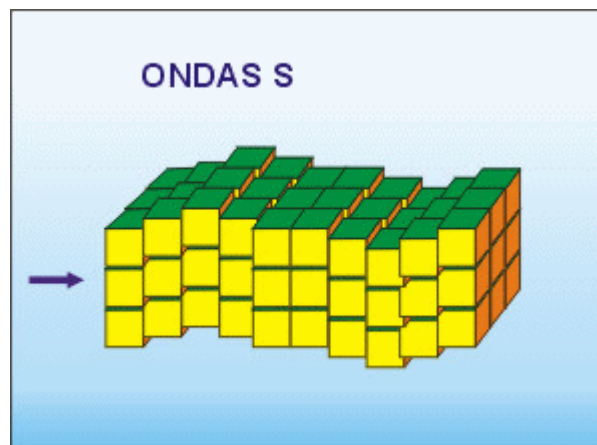
Fuente: (Commons, 2005)

2.3.2 Ondas S (Secundarias)

Las ondas S son conocidas como ondas transversales o de cizalle, pues las partículas se mueven en dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda.

- ✿ Son las que transmiten a menor velocidad: 4-7 km/s
- ✿ Sólo se pueden transmitir en medios sólidos

Figura N° 8. Ondas S (Secundarias)



Fuente: (Salazar, 2010)

Figura N° 9. Ondas del cuerpo (S)



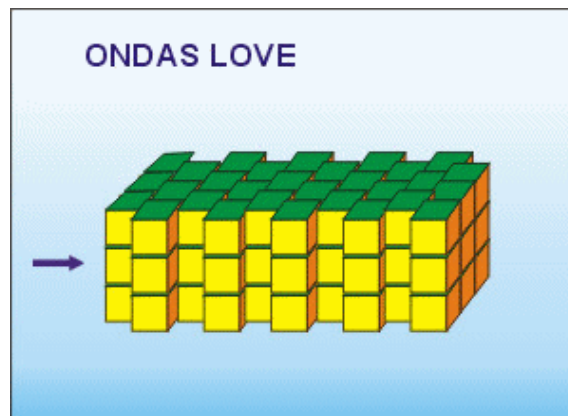
Fuente: (Commons, 2005)

2.3.3 Ondas Love

Las ondas Love, estas ondas se generan cuando el medio presenta estratificación. Las partículas se mueven de manera perpendicular a la dirección de propagación, como en las ondas S, sólo que polarizadas en el plano de la superficie de la Tierra, es decir, sólo poseen la componente horizontal.

- ❖ Movimiento horizontal.
- ❖ Las partículas vibran en un solo plano: el de la superficie del terreno.
- ❖ Velocidad de 2-6 km/s.

Figura N° 10. Ondas Love



Fuente: (Salazar, 2010)

Figura N° 11. Ondas Superficiales (L)



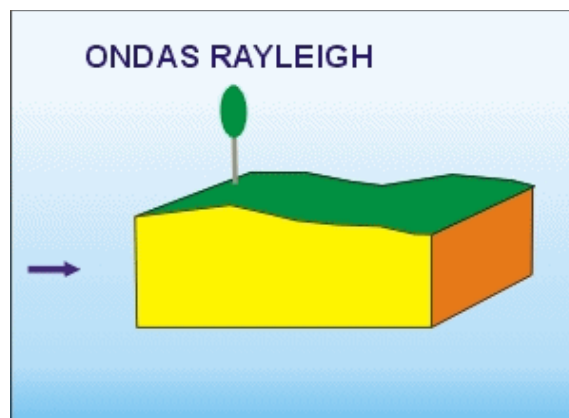
Fuente: (Commons, 2005)

2.3.4 Ondas Rayleigh

Las **ondas Rayleigh**, la trayectoria descrita por las partículas del medio en el cual la onda se propaga, es de forma elíptica y retrógrada, y ocurre en el plano de propagación de la onda.

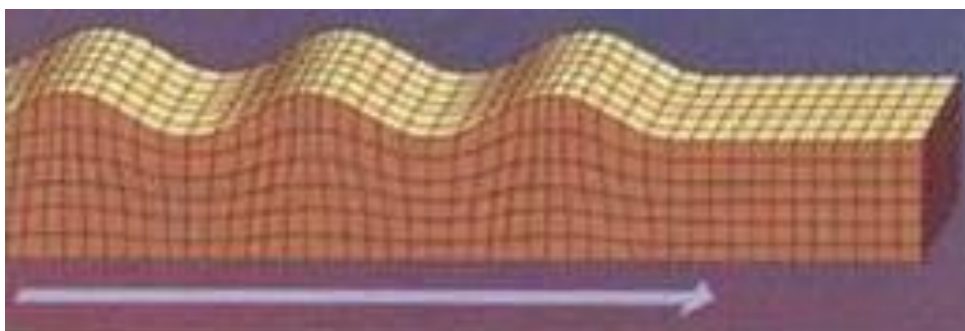
- Similar al movimiento de las olas en el mar.
- Las partículas vibran en el plano vertical y en la dirección de propagación de la onda.
- Velocidad de 1-5 km/s.

Figura N° 12. Ondas Rayleigh



Fuente: (Salazar, 2010)

Figura N° 13. Ondas Superficiales (R)



Fuente: (Commons, 2005)

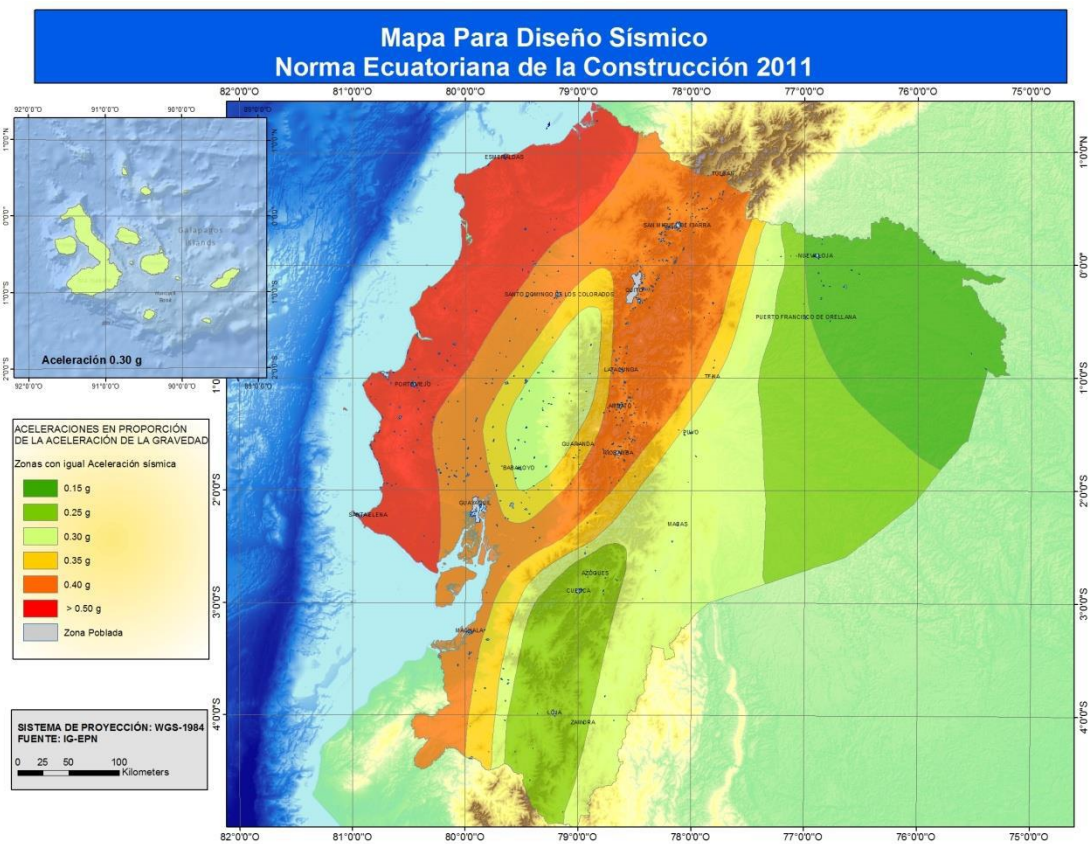
2.4 Ubicación de las zonas de alto riesgo sísmico en Ecuador.

2.4.1 Zonificación sísmica y factor de zona Z

Para los edificios de uso normal, se usa el valor de Z, que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. (NEC, 2015, pág. 27).

El sitio donde se construirá la estructura determinará una de las seis zonas sísmicas del Ecuador, caracterizada por el valor del factor de zona Z, de acuerdo el mapa de la Figura 1. (NEC, 2015, pág. 27).

Figura N° 14. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z



Fuente: (NEC, 2015)

El mapa de zonificación sísmica para diseño proviene del resultado del estudio de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años (periodo de retorno 475 años), que incluye una saturación a 0.50 g de los valores de aceleración sísmica en roca en el litoral ecuatoriano que caracteriza la zona VI. (NEC, 2015, pág. 27).

Tabla N° 3. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

| Zona sísmica | I | II | III | IV | V | VI |
|-------------------------------------|------------|------|------|------|------|----------|
| Valor factor Z | 0.15 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.50 | ≥ 0.50 |
| Caracterización del peligro sísmico | Intermedia | Alta | Alta | Alta | Alta | Muy alta |

Fuente: (NEC, 2015)

Todo el territorio ecuatoriano está catalogado como de amenaza sísmica alta, con excepción del:

- Nororiente que presenta una amenaza sísmica intermedia,
- Litoral ecuatoriano que presenta una amenaza sísmica muy alta.

2.4.2 Población de Manta y con su respectivo factor Z

Tabla N° 4. Poblaciones ecuatorianas y valor del factor Z

| POBLACIÓN | PARROQUIA | CANTÓN | PROVINCIA | Z |
|-----------|-----------|--------|-----------|------|
| Tarqui | Tarqui | Manta | Manabí | 0.50 |

Fuente: (NEC, 2015)

2.5 Mantenimiento de estructuras

2.5.1 Daños que sufren las Estructuras de Hormigón Armado

Consecuencias de las fallas estructurales:

- a) Consecuencias inmediatas: Son las que suceden instantáneamente al ocurrir la falla en la edificación.

- b) Consecuencias a largo plazo: Son aquellas que no se aprecian al momento de ocurrir la falla y aparecen o se distinguen después de cierto tiempo transcurrido después de la falla. Fatiga por corrosión es un caso especial de la corrosión bajo tensión y es causada por los efectos combinados de esfuerzos cíclicos y procesos de corrosión que producen fracturas frágiles. Ningún metal es inmune si está en un medio corrosivo.

El mantenimiento incluye, una evaluación periódica de la estructura. Si se observa agrietamiento, el técnico debe ser capaz de distinguir entre grietas debidas a la sobrecarga de una estructura apropiadamente diseñada o causadas porque la estructura es inadecuadamente fuerte, existen grietas inducidas por la corrosión del refuerzo o por la acción química o por los efectos térmicos. Debe tener también el suficiente tacto para no alarmar a los ocupantes de las oficinas y, sobre todo, de los departamentos, quienes podrían apresuradamente llegar a la conclusión de que su estructura se encuentra en problemas. (Neville Adam , 2000).

El mantenimiento debe comprender pequeños trabajos de reparación, que ayuden a mejorar la vida útil y las causas del problema. De otro modo, el problema puede ser recurrente y requerir trabajos repetidos de reparación. De

modo que no puedo exagerar la importancia de entender las causas del deterioro y daño aparentes. (Neville Adam , 2000).

2.5.2 ¿Por qué es necesario tomar acciones de mantenimiento de las estructuras?

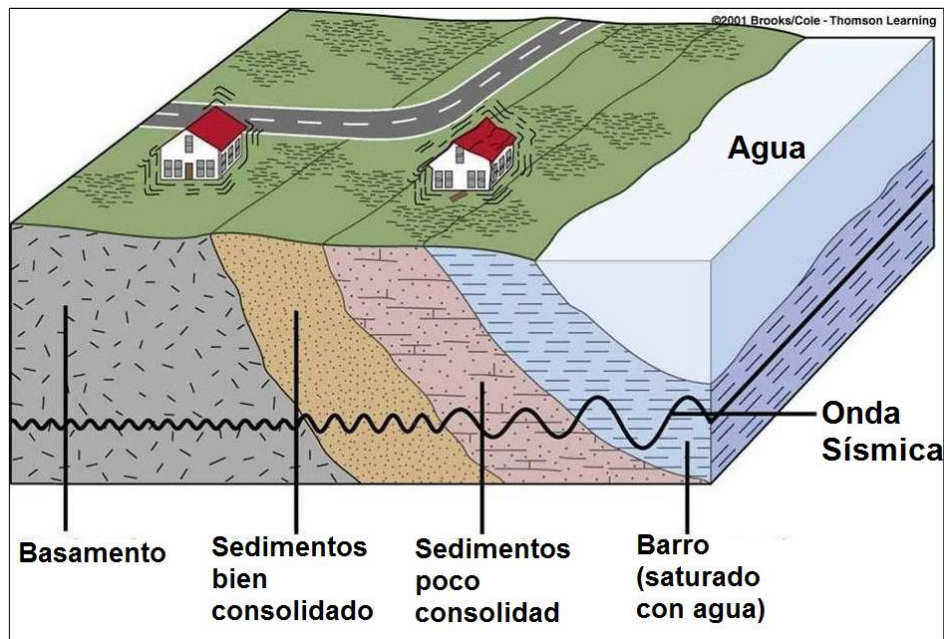
El mantenimiento periódico y sistemático se debe realizar para conservar al máximo las características de seguridad y funcionalidad de la edificación, aumentando de esta manera, la vida útil de la misma, puede clasificarse en:

- ✓ Mantenimiento recurrente: es el conjunto de tareas cotidianas de limpieza, ordenamiento y protección de la estructura física. (Mogollon Antonio, 2013)
- ✓ Mantenimiento preventivo: corresponde al conjunto de acciones aplicables a la estructura física con el fin de conservarla y retardar al máximo su deterioro. (Mogollon Antonio, 2013)
- ✓ Mantenimiento correctivo: se conoce como el grupo de actividades de reparación o reconstrucción de los diferentes elementos de la estructura física, producto del deterioro normal, falta de mantenimiento preventivo o por la ocurrencia de algún evento desastroso. (Mogollon Antonio, 2013)

2.6 Diseño sismo resistente.

En las Normas Ecuatorianas de Construcción, se presentan los requerimientos y metodologías que deberán ser aplicados al diseño sismo resistente de edificios principalmente, y en segundo lugar, a otras estructuras; complementadas con normas extranjeras reconocidas.

Figura N° 15. Efecto de Sitio

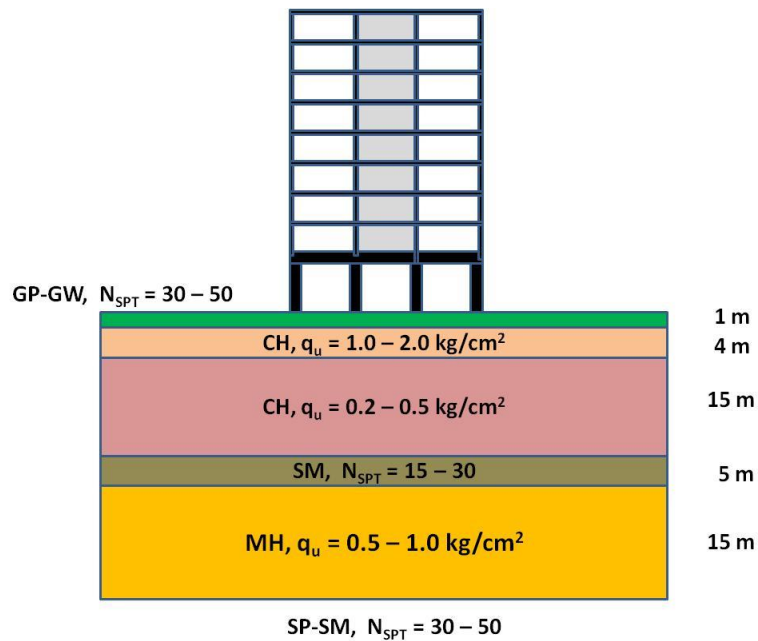


Fuente: (Thomson Learning, 2001) (Echeverría, 2016)

La intensidad de un sismo en un sitio depende de la distancia, la magnitud, el mecanismo focal y la Geología regional (Ley de Atenuación), pero también del tipo de suelo bajo el sitio de interés y sus características dinámicas, que pueden incrementar en el sitio la intensidad del movimiento del terreno.

Cuando se incrementa localmente la intensidad del movimiento del terreno como resultado de las características dinámicas del suelo y las características dinámicas de las ondas sísmicas que arriban al sitio.

Figura N° 16. Capacidad de carga (q_u) por centímetro cuadrado (cm^2)



Fuente: Autores

2.6.1 Requisitos de Estructuras Sismo Resistentes del ACI 318 08 para diseño de estructuras de hormigón armado

Las disposiciones para el diseño y la construcción de los elementos de concretos reforzados de una estructura en la cual las fuerzas de diseño, relacionadas con los movimientos sísmicos se han determinado con base en la disipación de energía en el rango no lineal de respuesta.

Todas las estructuras deben asignarse una categoría de diseño sísmico de acuerdo con las disposiciones para la resistencia sísmica.

Tabla N° 5. Correlación entre la terminología relacionada con los sismos en los reglamentos modelo

| Reglamentos, norma o documento de referencia y edición | Nivel de riesgo sísmico o categorías de comportamiento o diseño sísmico asignadas como se definen en este Reglamento | | |
|--|--|-------------------|---------------------|
| ACI 318-18; IBC 2000,2003, 2006; NFPA 5000, 2003, 2006; ACSE 7-98, 7-02, 7-05; NEHRP 1997, 2000, 2003 | CDS* A,B | CDS C | CDS D,E,F |
| BOCA National Building code 1993, 1996, 1999; Standard Building code 1994, 1997, 1999; ACSE 7-93, 7-95; NEHRP 1991, 1994 | CCS A,B | CCS C | CCS D,E |
| Uniform Building code 1991, 1994, 1997; | Zona sísmica 0,1 | Zona sísmica 2 | Zona sísmica 3,4 |

Fuente: (ACI-318-Cap1, 2008)

CDS= Categoría de Diseño Sísmico.

CCS= Categoría de Comportamiento Sísmico.

Todos los elementos deben cumplir con los requisitos establecidos para garantizar su funcionalidad y durabilidad.

Estructuras asignadas a la categoría de diseño sísmico D,E, o F deben cumplir el Análisis de diseños estructurales, Factores de reducción de resistencia, Concreto en pórticos especiales resistentes a momento y muros estructurales especiales, Refuerzo en pórticos especiales resistentes a momento y muros estructurales especiales, Empalmes mecánicos en pórticos especiales resistentes a momento y muros estructurales especiales, Empalmes soldados en pórticos especiales resistentes a momento y muros estructurales especiales, Anclaje al concreto; además, Diafragmas y Cerchas estructurales, Cimentaciones,

Elementos que no se designan como parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas. (ACI-318, 2008).

Los sistemas estructurales designados como parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas deben limitarse a aquellos designados por el reglamento general de construcción del cual este reglamento hace parte, o determinados por la autoridad competente en áreas que no cuenten con un reglamento general de construcción legalmente adoptado. Excepto para la Categoría de Diseño Sísmico (CDS A), para la cual la estructura sismo resistente no aplica, los siguientes requisitos deben ser cumplidos por todo sistema estructural designado como parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas, sin distingo de la CDS. (ACI-Cap21, 2008, pág. 337).

Los pórticos especiales resistentes a momento deben cumplir con Elementos sometidos a flexión en pórticos especiales resistentes a momento, Elementos sometidos a carga axial pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momento, Nudos en pórticos especiales resistentes a momento y Pórticos especiales resistentes a momento contruidos con concreto prefabricado.

En el Ecuador las estructuras en Zonas Sísmicas $Z \geq 0.25$, califican como estructuras con Categoría de Diseño Sísmico D, E o F y por lo tanto deben ser diseñadas con pórticos especiales resistentes a momento (flexión) y con muros estructurales especiales para resistir cargas sísmicas de corte y flexión, según sea aplicable.

ACI (2008) afirma “Se puede permitir un sistema estructural de concreto reforzado que no cumpla los requisitos de este capítulo si se demuestra por medio de evidencia experimental y análisis que el sistema propuesto tiene rigidez y tenacidad igual o mayor a la de una estructura monolítica comparable de concreto reforzado que cumpla con este capítulo”. (pág. 338).

Si por razones de configuración arquitectónica o uso, no se puede diseñar un pórtico o muro especial (estructura muy dúctil), se puede usar $R \leq 3$ y con un

comportamiento elástico de baja ductilidad y alta rigidez y tenacidad (capacidad para soportar muchos ciclos de carga sísmica) se satisface el diseño estructural.

2.6.2 Interacción de elementos no estructurales con estructura

Los elementos no estructurales deben ser considerados en su rigidez y resistencia, si son lo suficientemente grandes como para alterar o afectar adversamente el comportamiento dúctil esperado para la estructura (ejemplo: columnas cortas).

2.6.3 Análisis y diseño de elementos estructurales

Se debe tener en cuenta, en el análisis la interacción de todos los elementos siendo estructurales y no estructurales que afecten la respuesta lineal y no lineal de la estructura ante el movimiento sísmico.

Se permiten elementos rígidos no considerados como parte de un sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas con la condición de considerar y tener en cuenta en el diseño de la estructura su efecto en la respuesta del sistema. Se deben considerar también las consecuencias de las fallas de los elementos estructurales y no estructurales que no forman parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas. (ACI-Cap21, 2008, pág. 340).

2.6.4 Requisitos para acero a flexión y corte (estribos)

Los Aceros Corrugado a Flexión y Corte deben ser dúctiles. El acero de presfuerzo puede ser de alta resistencia A416M o A722M y es mucho menos dúctil que el corrugado A706M o A615, por ello, el acero de presfuerzo no debe ser utilizado como sustituto del acero corrugado dúctil en miembros donde ductilidad y tenacidad sea requerida (por ejemplo pilotes, vigas y columnas en estructuras diseñadas con $R > 3$).

2.6.5 Refuerzo en pórticos especiales resistentes a momento y muros estructurales especiales

Estrictamente se deben aplicar los requisitos de Refuerzo en pórticos especiales resistentes a momento, muros estructurales especiales y vigas de acople.

ACI (2008) en su capítulo 21 afirma “El refuerzo corrugado que resiste fuerzas axiales y de flexión inducidas por sismo en elementos de pórticos, muros estructurales y vigas de acople, debe cumplir con las disposiciones de ATSM A706M. Se permite el uso de acero de refuerzo ASTM A615M, grados 280 y 420, en estos elementos siempre y cuando” (pág. 341).

- a) La resistencia real a la fluencia basada en ensayos realizados por la fábrica no sea mayor que F_y en más de 125 MPa.
- b) La relación entre la resistencia real de tracción y la resistencia real de fluencia no sea menor de 1.25.

Se considera para acero ANDEC usar 1.5 en lugar de 1.25 en capacidad de vigas para verificación de mecanismo de columna fuerte – viga débil.

ACI (2008) afirma “El acero de prefuerzo que resiste fuerzas axiales y de flexión inducidas por sismo en elementos de pórticos y muros estructurales prefabricados, debe cumplir con las disposiciones de ASTM A416M o ASTM A722M” (pág. 341).

El valor de F_{yt} usado para calcular la cuantía del refuerzo de confinamiento no debe exceder 700 MPa.

El valor de F_y o F_{yt} usado en el diseño del refuerzo a cortante debe cumplir con la resistencia al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante.

Los valores de F_y y F_{yt} usados en el diseño del refuerzo para cortante no debe exceder 420 MPa, excepto que el valor no debe exceder 550 MPa para refuerzo electrosoldado de alambre corrugado.

2.6.6 Requisitos para vigas en pórticos especiales resistentes a momentos

Las vigas en los pórticos especiales deben poder desarrollar gran ductilidad y tenacidad a varios ciclos de carga inelástica, para lo cual deben cumplir con el siguiente detalle sísmico:

Las Normas ACI (2008) afirman lo siguiente:

La fuerza mayorada de compresión axial en el elemento, P_U , no debe exceder $A_g f'_c / 10$.

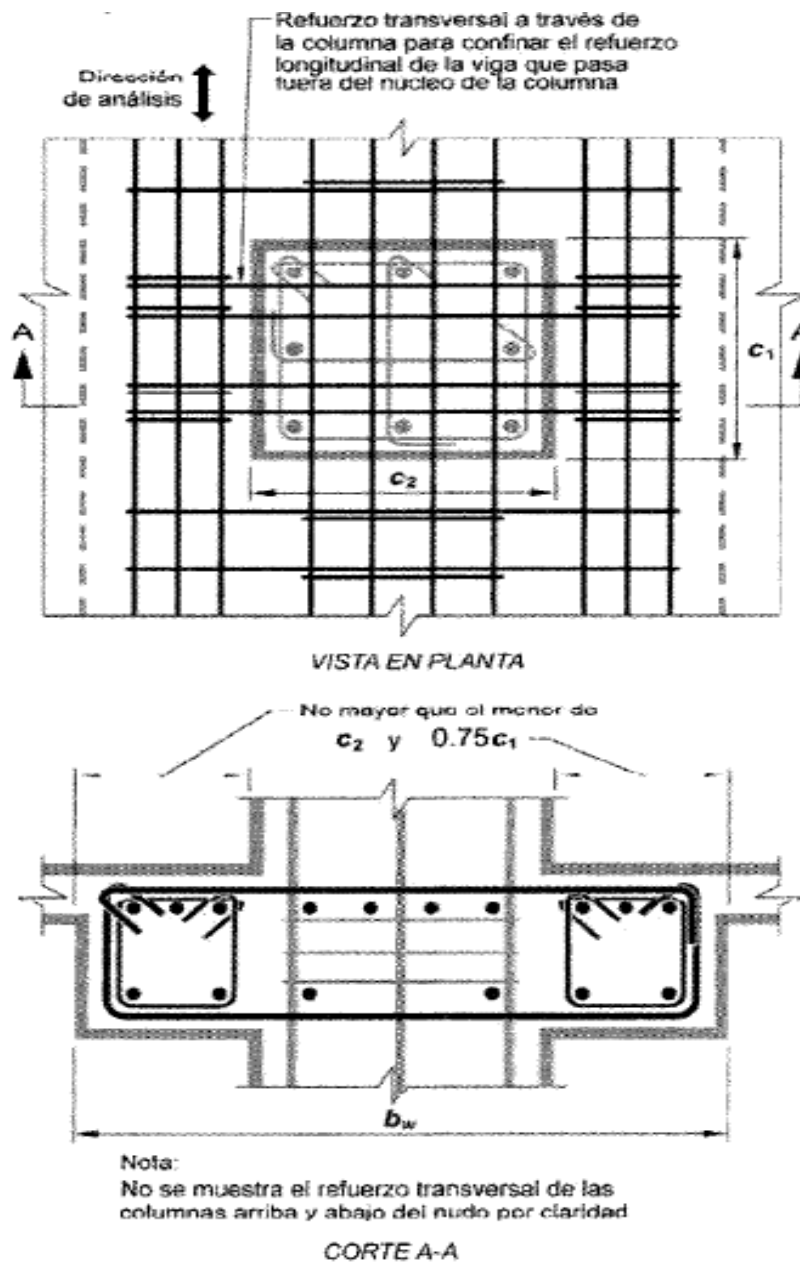
La luz libre del elemento, ℓ_n , no debe ser menor que cuatro veces su altura útil.

El ancho del elemento, b_w , no debe ser menor que el más pequeño de $0.30h$ y 250mm .

El ancho del elemento, b_w , no debe exceder el ancho del elemento de apoyo C_2 , más una distancia a cada lado del elemento de apoyo que sea igual al menor de entre (a) y (b):

- a) Ancho del elemento de apoyo, C_2 , y.
- b) 0.75 veces la dimensión total del elemento de apoyo C_1 .

Figura N° 17. Máximo ancho efectivo de una viga ancha y refuerzo transversal requerido



Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

2.6.7 Requisitos para pórticos especiales en vigas

Un elemento a flexión en cualquier sección, excepto si en cada sección el acero (A_s) proporcionado es a menos un tercio superior requerido por el análisis, el área de refuerzo no debe ser menor que la dada por la ecuación:

Ecuación N° 1. Acero Mínimo

$$A_{S \text{ Min}} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$$

Ni menor que $1.4 b_w d / f_y$ y a cuantía de refuerzo, ρ , no debe exceder 0.025. Al menos dos barras deben disponerse en forma continua tanto en la parte superior como inferior.

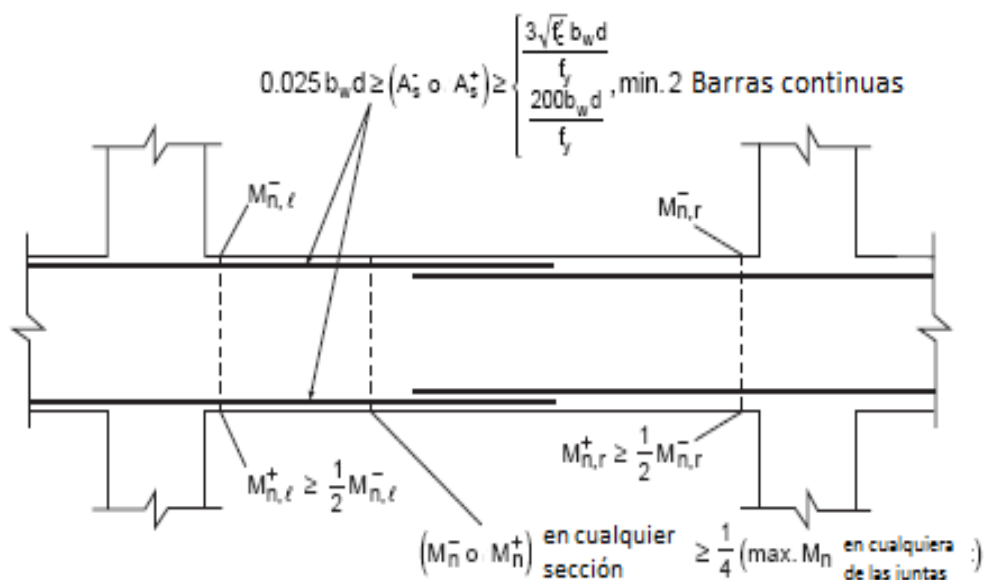
La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo proporcionada en esa misma cara. La resistencia a momento negativo o positivo, e cualquier sección a lo largo de la longitud del elemento, debe ser menor a un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos (ACI-Cap21, 2008, pág. 349).

Se permite empalmes por traslape de refuerzo de flexión solo cuando se proporcionan estribos cerrados de confinamiento o espirales en la longitud de empalme por traslape. El espaciamiento del refuerzo transversal que confina las barras traslapadas no debe exceder a menor entre $d / 4$ y 100mm.

No se debe usar empalmes por traslape considerando lo siguiente:

- a) Dentro de los nudos.
- b) En una distancia de dos veces la altura del elemento medida desde a cara del nudo.
- c) Donde e análisis indique fluencia por flexión causada por desplazamientos laterales inelásticos del pórtico.

Figura N° 18. Refuerzo Longitudinal



Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

2.6.8 Requisitos para acero de corte o estribos en vigas

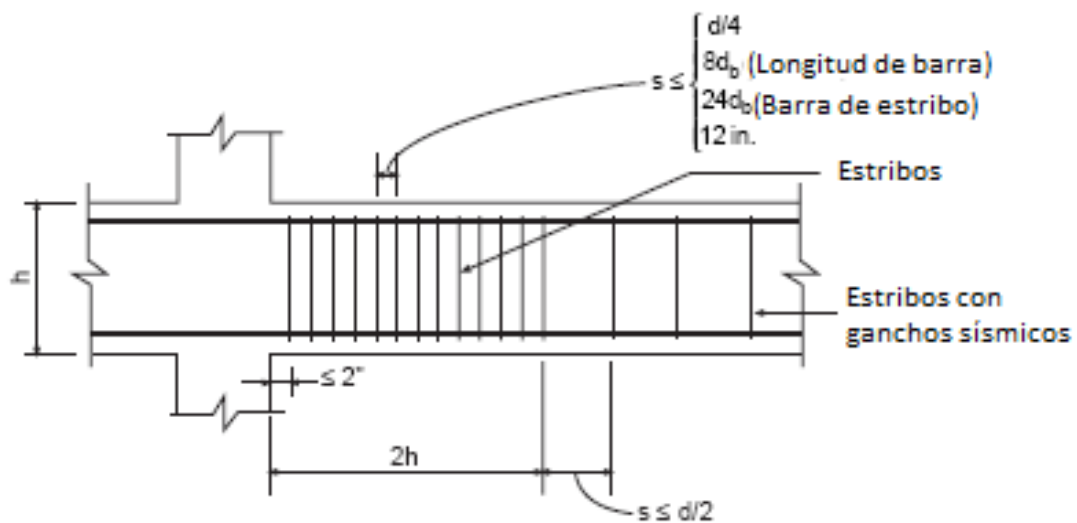
Se deben disponer estribos cerrados de confinamiento en las siguientes secciones de los elementos pertenecientes a pórticos:

- En una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara de elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento de flexión.
- En longitudes iguales a dos veces la altura del elemento a ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión debido a desplazamientos laterales inelásticos del pórtico.

El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el de:

- a) $d/4$
- b) Ocho veces el diámetro de las barras longitudinales más pequeñas.
- c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento, y
- d) 300mm.

Figura N° 19. Refuerzo Transversal



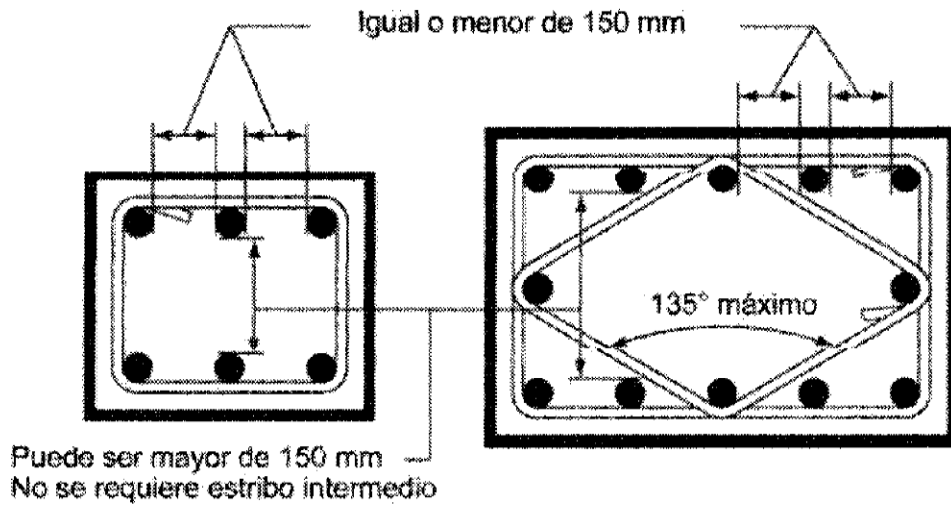
*Se pueden utilizar estribos para marcos de momentos intermedios.

**No se requieren ganchos sísmicos para marcos de momento intermedios.

Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

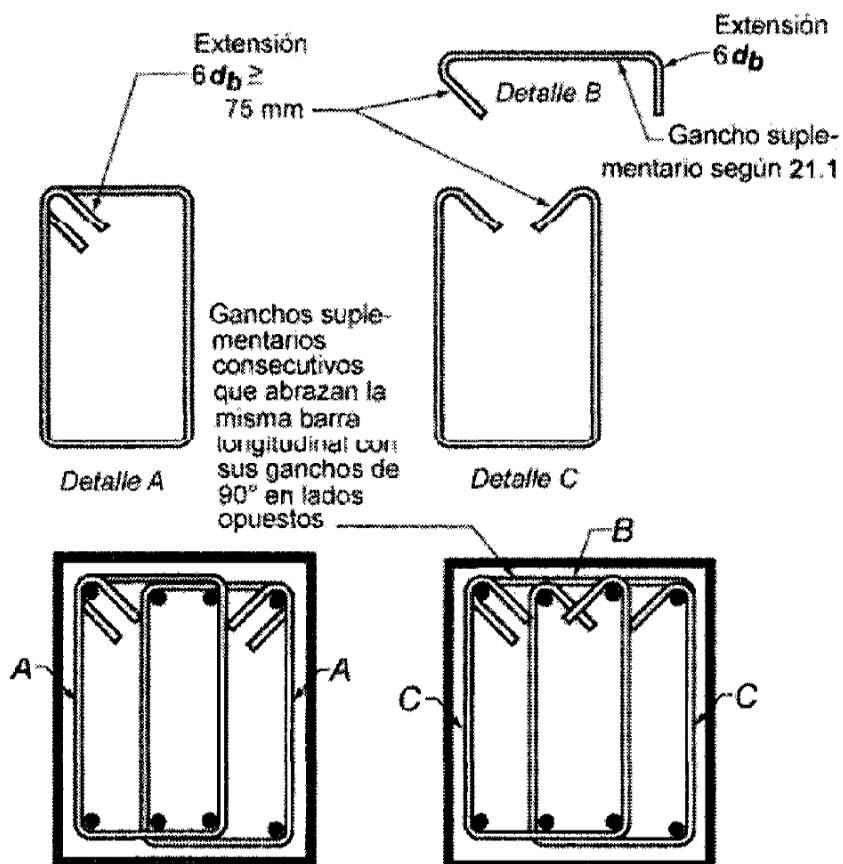
ACI (2008) afirma “Cuando se requieran estribos cerrados de confinamiento, las barras longitudinales del perímetro deben tener soporte lateral conforme a los estribos” (pág. 351).

Figura N° 20. Croquis para aclarar las medidas entre barras de columna apoyadas lateralmente



Fuente: (ACI-Cap7, 2008)

Figura N° 21. Ejemplos de estribos cerrados de confinamiento sobrepuestos



Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

2.6.9 Requisitos para resistencia a corte en vigas

2.6.9.1 Fuerzas de diseño

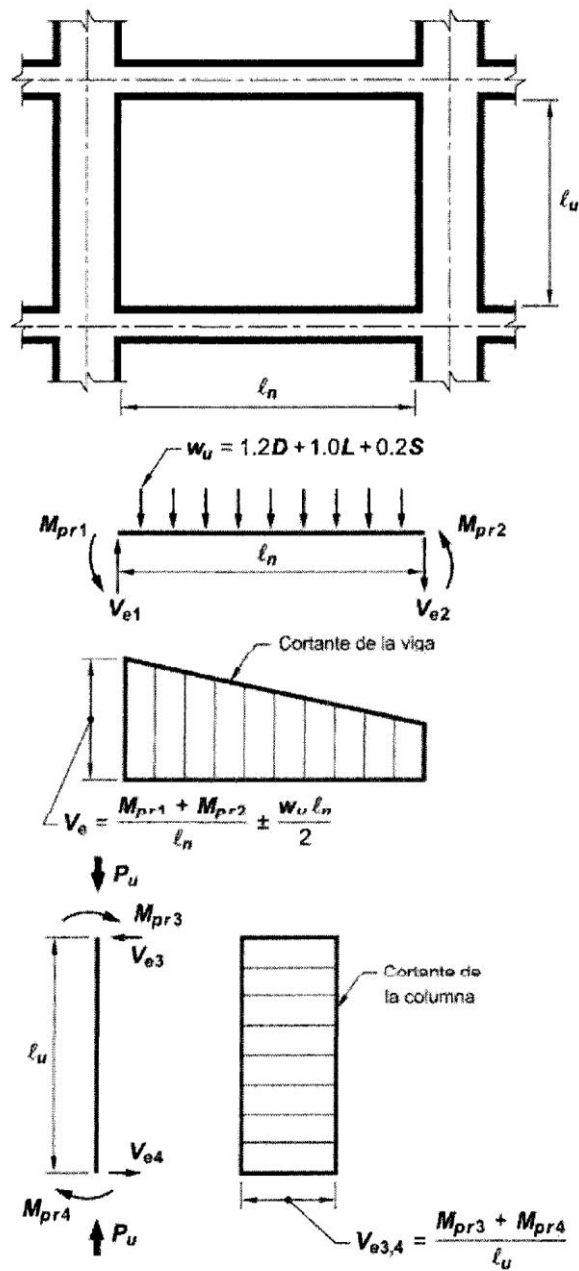
La fuerza de cortante de diseño, V_e , se debe determinar a partir de las fuerzas estáticas en la parte del elemento comprendida entre las caras del nudo. Se debe suponer que en las caras de los nudos localizados en los extremos del elemento actúan momentos de signo opuesto correspondientes a la resistencia probable, M_{pr} , y que el elemento está además cargado con cargas aferentes gravitacionales mayoradas a lo largo de la luz. (ACI-Cap21, 2008, pág. 351).

2.6.9.2 Refuerzo transversal

Las Normas ACI (2008) nos indica que el refuerzo transversal en los lugares identificados se debe; diseñarse para resistir cortante suponiendo $V_c = 0$ cuando se produzcan simultáneamente (a) y (b):

- a) La fuerza cortante inducida por el sismo calculada de acuerdo con las fuerzas de diseño representa la mitad o más de la resistencia máxima a cortante requerida en esas zonas;
- b) La fuerza axial de compresión mayorada, P_u , incluyendo los efectos sísmicos es menor que $A_g f'_c / 20$.

Figura N° 22. Cortante de diseño para vigas y columnas



Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

2.6.10 Requisitos para columnas

Elementos sometidos a flexión y carga axial pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momento.

Las disposiciones de esta sección se aplican a elementos pertenecientes a pórticos especiales resistentes que resisten fuerzas inducidas por sismos, y que

tienen una fuerza axial mayorada de compresión, P_u , bajo cualquier combinación de carga que exceden $A_g f'_c / 20$.

Estos elementos de pórtico también deben satisfacer:

- ✓ La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 300mm.

- ✓ La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor que 0.4.

2.6.11 Resistencia mínima a flexión de columnas

- Las columnas deben satisfacer la resistencia a flexión o la rigidez.
- Las resistencias a flexión de las columnas deben satisfacer la ecuación (2)

Ecuación N° 2. Resistencia mínima a flexión de columnas

$$\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb}$$

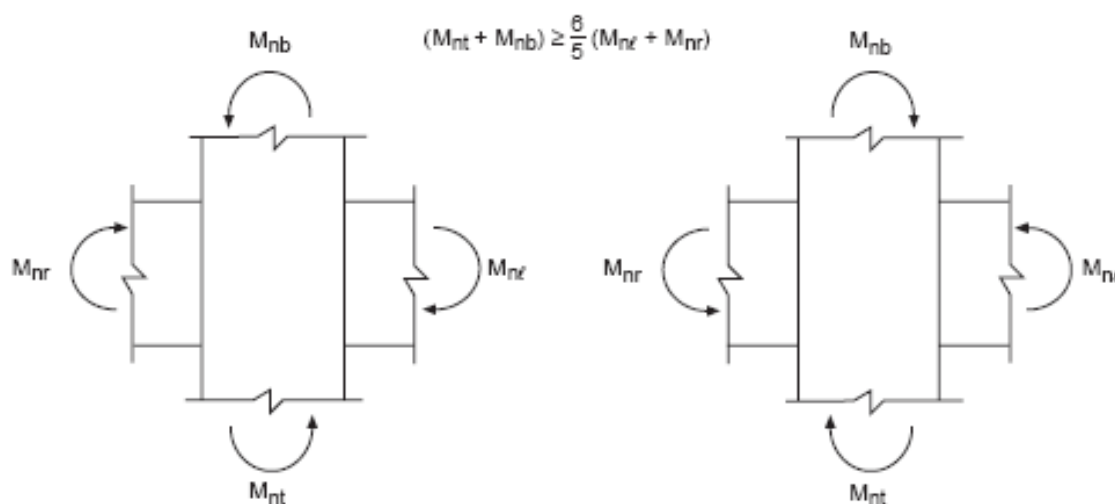
$\sum M_{nc}$ = Suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluados en las caras del nudo. La resistencia a la flexión de la columna debe calcularse para la fuerza axial mayorada, congruente con la dirección de las fuerzas laterales consideradas, que conduzca a la resistencia a la flexión más baja. (ACI-Cap21, 2008, pág. 354).

$\sum M_{nb}$ = Suma de los momentos resistentes nominales de flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluadas en la cara del nudo. En vigas T, cuando los diafragmas están en tracción debida a momento en la cara del nudo, el refuerzo

del diafragma dentro del ancho efectivo del diafragma definido, debe suponerse que contribuye a M_{nb} siempre que el refuerzo del diafragma este desarrollado en la sección crítica para flexión. (ACI-Cap21, 2008, pág. 354)

2.6.12 Requisito de resistencia Columna Fuerte – Viga Débil

Figura N° 23. Los subíndices l, r, t, y b, representan el soporte izquierdo, el soporte derecho, la parte superior de la columna y el fondo de la columna, respectivamente



Fuente: (ACI-Cap21, 2008, pág. Sec 6.2)

Las resistencias a la flexión deben sumarse de tal manera que los momentos de la columna se opongan a los momentos de la viga. Debe satisfacerse la ecuación (2) para momentos de vigas que actúen en ambas direcciones en el plano vertical del pórtico que se considera. (ACI-318-Cap1, 2008, pág. 354).

Cuando las resistencias a flexión de las columnas no satisfacen en un nudo, la resistencia lateral y la rigidez de las columnas que soportan las reacciones provenientes de dicho nudo deben ser ignoradas al determinar la resistencia y la rigidez calculadas para la estructura. Estas columnas deben satisfacer elementos que no se designan como parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas.

2.6.13 Requisitos para refuerzo en columnas

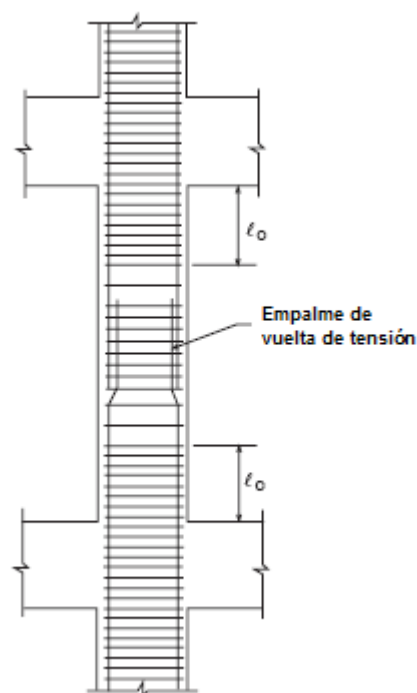
2.6.13.1 Refuerzo longitudinal

El área de refuerzo longitudinal, A_{st} , no debe ser menor que $0.01A_g$ ni mayor que $0.06 A_g$.

Los empalmes mecánicos deben cumplir con; elementos sometidos a flexión y carga axial pertenecientes a pórticos especiales resistentes a momento y los empalmes soldados deben cumplir con; los nudos en pórticos especiales resistentes a momento.

Los empalmes por traslape se permiten solo dentro de la mitad central de la longitud del elemento, deben diseñarse como empalmes por traslape de tracción y deben estar confinados dentro del refuerzo transversal de acuerdo con: El refuerzo transversal debe disponerse mediante espirales sencillas o traslapadas, que cumplan con los ganchos estándar (ACI-Cap21, 2008, pág. 355).

Figura N° 24. Refuerzo Longitudinal



Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

2.6.13.2 Refuerzo transversal

Deben suministrarse en una longitud l_o medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. La longitud l_o no debe ser menor que la mayor de (a), (b) y (c).

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

El refuerzo transversal debe disponerse mediante espirales sencillas o traslapadas, que cumplan con su debido espaciamiento, diámetros:
La cuantía volumétrica de refuerzo en espiral, ρ_s , no debe ser menor que el valor dado por:

Ecuación N° 3. Cuantía volumétrica de refuerzo

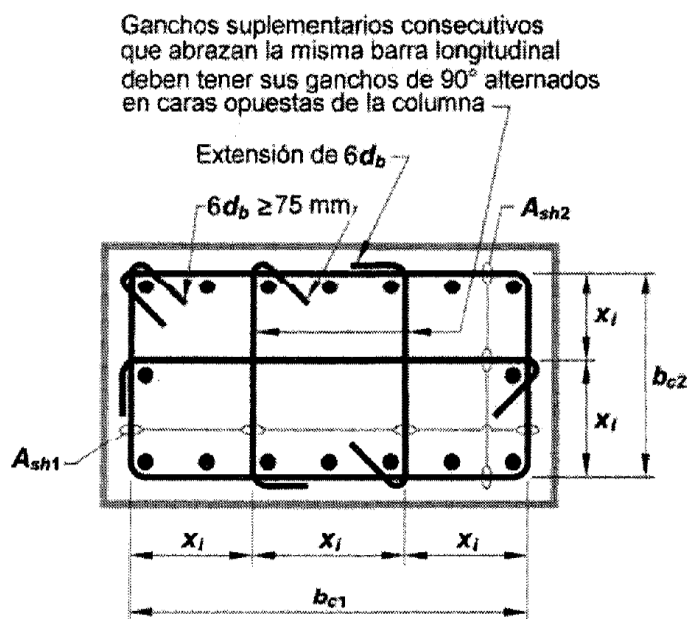
$$\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

“Donde el valor de f_{yt} a usar en la ecuación (3) no debe ser mayor de 700 MPa. Para f_{yt} mayor de 420 MPa, no debe usarse empalmes por traslapo” (ACI, 2008, pág. 149).

Para estribos cerrados de confinamiento circulares o estribos cerrados de confinamiento rectilíneos con o sin ganchos suplementarios. Se pueden usar ganchos suplementarios del mismo diámetro de barra o con un diámetro menor y con el mismo espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento. Cada extremo del gancho suplementario debe enlazar una barra perimetral del refuerzo longitudinal. Los extremos de los ganchos suplementarios consecutivos deben

alternarse a lo largo del refuerzo longitudinal. El espaciamiento de los suplementarios o ramas con estribos de confinamiento rectilíneos, h_x , dentro de una sección del elemento no debe exceder de 350 mm centro a centro (ACI-Cap21, 2008, pág. 355).

Figura N° 25. Ejemplo de refuerzo transversal en columnas



Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

La dimensión X_i centro a centro entre las ramas de estribo no debe exceder 350 mm. El término h_x , usado en la ecuación (4) se toma como el mayor valor de X_i .

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

- (a) La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento.
- (b) Seis veces el diámetro de la barra de refuerzo longitudinal menor, y
- (c) S_o , según lo definido la ecuación (4)

Ecuación N° 4. Separación del refuerzo transversal

$$S_o = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right)$$

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

Debe proporcionarse refuerzo transversal en las cantidades que se especifican de (a) o (b), a menos que en se exija mayor cantidad.

- (a) La cuantía volumétrica de esfuerzo en espiral o de estribos cerrados de confinamientos circulares, ρ_s , no debe ser menor que la requerida por la ecuación (5):

Ecuación N° 5. Cuantía volumétrica de estribos cerrados circulares

$$\rho_s = 0.12 \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

Y no debe ser menor que la requerida por la ecuación (3).

- (b) El área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, A_{sh} , no debe ser menor que la requerida por la ecuaciones (6) y (7).

Ecuación N° 6. Área total de la sección transversal estribos cerrados rectangulares

$$A_{sh} = 0.3 \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

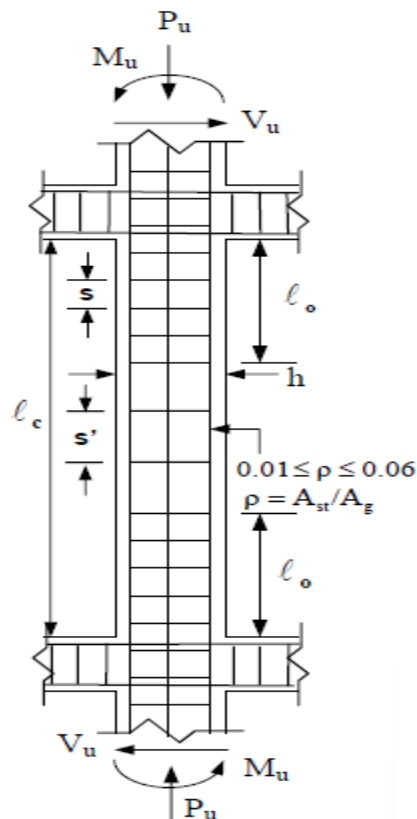
Ecuación N° 7. Área total de la sección transversal estribos cerrados rectangulares

$$A_{sh} = 0.09 \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}}$$

Más allá de la longitud ℓ_o , especificada, el resto de la columna debe tener refuerzo en forma de espiral o de estribo cerrado de confinamiento, que cumpla con lo especificado anteriormente, con un espaciamiento, s , medido centro a centro que no exceda al menor de seis veces el diámetro de las barras

longitudinales de la columna o 150mm, a menos que requieran mayores cantidades de refuerzo transversal (ACI-Cap21, 2008, pág. 357).

Figura N° 26. Refuerzo Transversal



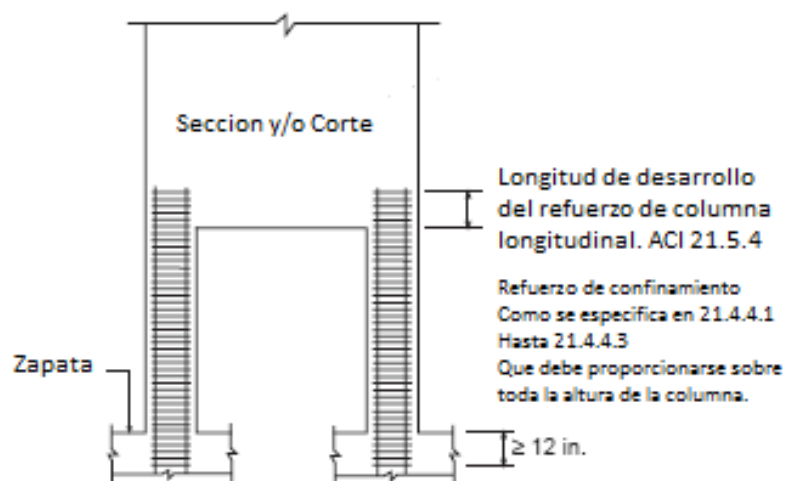
Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

Las columnas que soportan reacciones de elementos rígidos discontinuos, como muros, deben satisfacer (a) y (b):

- (a) El refuerzo transversal como se especifica, debe proporcionarse en su altura total, en todos los niveles, debajo del nivel en el cual ocurre la discontinuidad, cuando fuerza mayorada de compresión axial en estos elementos, relacionadas con el efecto sísmico, excede $A_g f'_c/10$. Donde se hayan magnificado las fuerzas de diseño para calcular la sobrerresistencia de los elementos verticales del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas el límite de $A_g f'_c/10$ debe aumentarse a $A_g f'_c/4$ (ACI-Cap21, 2008, pág. 357).

(b) El refuerzo transversal, debe extenderse por lo menos l_o de la barra de la columna longitudinal mayor, dentro del elemento discontinuo, donde l_o se determina de acuerdo con la longitud de desarrollo de barras en tracción si el extremo inferior de la columna termina en muro, el refuerzo transversal requerido debe extenderse dentro del muro por lo menos l_o de la mayor barra longitudinal de la columna en el punto en que termina. Si la columna termina en una zapata o una losa de cimentación, el refuerzo transversal requerido debe extenderse por lo menos 300 mm en la zapata o losa de cimentación. (ACI-Cap21, 2008, pág. 357)

Figura N° 27. Columna termina en una zapata



Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

Si el recubrimiento de concreto fuera del refuerzo transversal de confinamiento especificado, excede 100 mm debe colocarse refuerzo transversal adicional. El recubrimiento de concreto sobre el refuerzo transversal adicional no debe exceder de 100 mm con un espaciamiento del refuerzo transversal adicional no superior a 300 mm.

2.6.14 Requisitos para refuerzo de conexiones viga-columna

Los requisitos se aplican a los nudos viga-columna de pórticos especiales resistentes a momento que forman parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas.

Las fuerzas en el refuerzo longitudinal de vigas en la cara del nudo deben determinarse suponiendo que la resistencia en el refuerzo de tracción por flexión es $1.25f_y$.

Las fuerzas en el refuerzo longitudinal de una viga que termine en una columna, debe prolongarse hasta la cara más distante del núcleo confinado de la columna y anclarse, en tracción, de acuerdo con la longitud de desarrollo de barras en tracción y en compresión.

Donde el refuerzo longitudinal de una viga atraviesa un nudo viga-columna, la dimensión de la columna paralela al refuerzo de la viga no debe ser menor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal de la viga de mayor diámetro, para concretos de peso normal. Para concretos livianos, la dimensión no debe ser menor que 26 veces el diámetro de la barra (ACI-Cap21, 2008, pág. 360).

Cuando existan elementos que llegan en los cuatro lados del nudo y el ancho de cada elemento mide por lo menos tres cuartas partes del ancho de la columna, debe disponerse refuerzo transversal igual, por lo menos, a la mitad de la cantidad requerida cumpliendo las ecuaciones:

- (a) La cuantía volumétrica de esfuerzo en espiral o de estribos cerrados de confinamientos circulares, ρ_s , no debe ser menor que la requerida por la ecuación (5), y no debe ser menor que la requerida por la ecuación (3).

- (b) El área total de la sección transversal del refuerzo de estribos cerrados de confinamiento rectangulares, A_{sh} , no debe ser menor que la requerida por la ecuaciones (6) y (7).

Dentro del h del elemento de menor altura que llegue al nudo. En estos lugares, se permite que el espaciamiento especificado se incremente a 150mm.

Debe disponerse refuerzo transversal que pase a través del nudo para proporcionar confinamiento al refuerzo longitudinal de viga que pasa fuera del núcleo de la columna, que cumpla con los requisitos establecidos anteriormente, cuando dicho confinamiento no es suministrado por una viga que llegue al nudo.

2.6.15 Resistencia al cortante en conexiones viga-columna

2.6.15.1 Resistencia al cortante

V_n en el nudo no se debe ser mayor que los valores especificadas a continuación, para concreto de peso normal:

Ecuación N° 8. Para nudos confinado en las cuatros caras

➤ $1.7\sqrt{f'c A_j}$

Ecuación N° 9. Para nudos confinados en tres caras o en dos caras opuestas

➤ $1.2\sqrt{f'c A_j}$

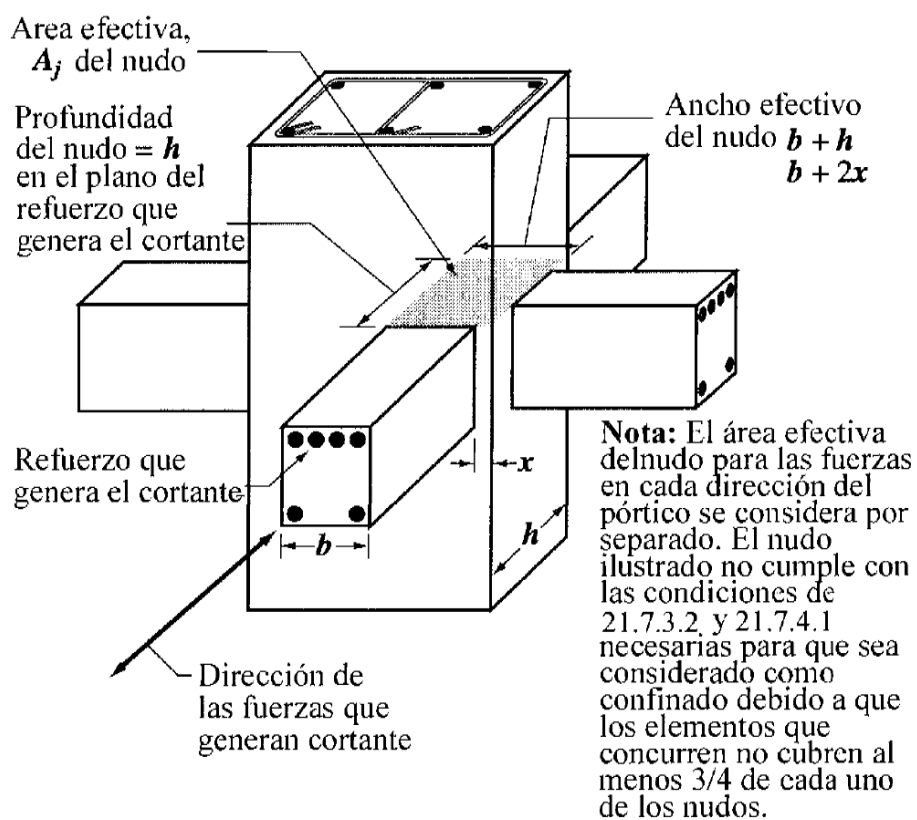
Ecuación N° 10. Para otros casos

➤ $1.0\sqrt{f'c A_j}$

Se considera que un elemento proporciona confinamiento al nudo si al menos las tres cuartas partes de la cara del nudo están cubiertas por el elemento que llega al nudo.

Se permite considerar como elementos de confinamiento a las extensiones de las vigas que se extienden al menos una altura total h de la viga más allá de la cara del nudo.

Figura N° 28. Área efectiva del nudo



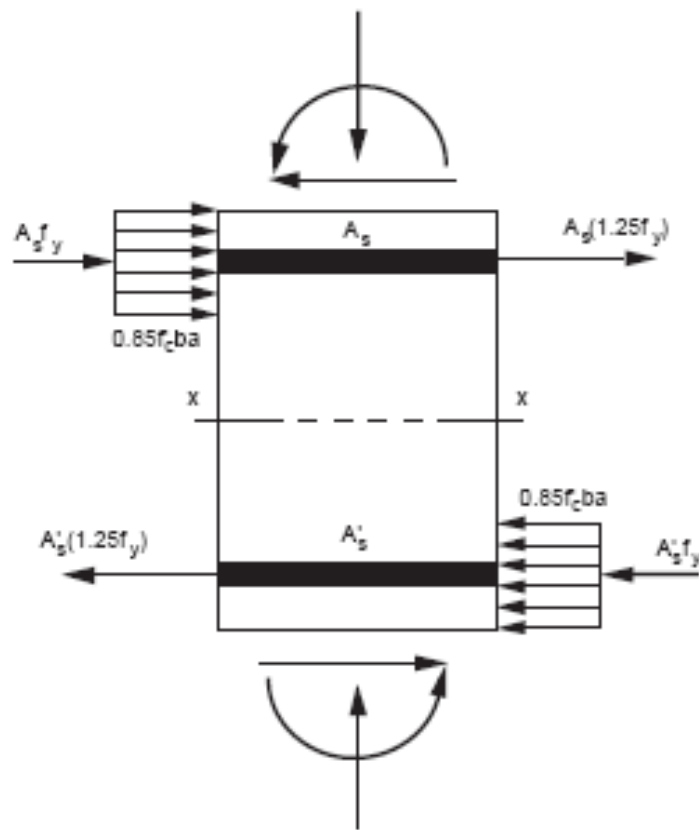
Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

A_j es el área efectiva de la sección transversal dentro del nudo, calculada como el producto de la profundidad del nudo por su ancho efectivo. La profundidad del nudo es la altura total de la sección de la columna, h . el ancho efectivo del nudo debe ser el ancho total de la columna, excepto que cuando la viga llega a una columna ancha, el ancho efectivo del nudo no debe exceder el menor de (a) y (b) (ACI-Cap21, 2008, pág. 360):

- (a) El ancho de la viga más la altura del nudo,
- (b) Dos veces la distancia perpendicular más pequeña del eje longitudinal de la vigas al lado de la columna.

Para concreto con agregado liviano, la resistencia nominal al cortante del nudo no debe exceder de las tres cuartas partes de los límites señalados.

Figura N° 29. Corte horizontal en la conexión viga-columna



Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

2.6.16 Anclaje de refuerzos en conexiones viga-columna

Longitud de desarrollo de barras de tracción

Para tamaños de barras N° 10 a N° 36, la longitud de desarrollo l_{dh} para una barra con gancho estándar de 90° en concreto de peso normal no debe ser menor que el mayor valor entre $8d_b$, 150mm, y la longitud requerida por la ecuación (11).

Ecuación N° 11. Longitud de desarrollo de barras de tracción

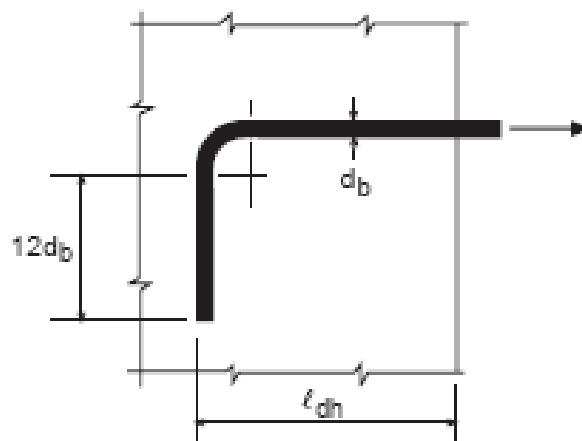
$$l_{dh} = \frac{f_y d_b}{5.4 \sqrt{f'_c}}$$

Para concreto liviano, l_{dh} para una barra con gancho estándar de 90° no debe ser menor que el mayor valor entre $10d_b$, 190mm, y 1.25 veces la longitud requerida por la ecuación (11).

El gancho de 90° debe estar colocado dentro del núcleo confinado de una columna o elemento de borde.

Parra barras N° 10 a N° 36, l_d la longitud de desarrollo en tracción para una barra recta, no debe ser menor que la mayor de (a) y (b):

Figura N° 30. Longitud de desarrollo



Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

- (a) 2.5 veces la longitud requerida en la ecuación (11) si el espesor de concreto colocado fresco en una sola operación debajo la barra no excede de 300 mm.
- (b) 3.25 veces la longitud requerida en la ecuación (11) si el espesor de concreto colocado fresco en una sola operación debajo la barra no excede de 300 mm.

Las barras rectas que terminan en un nudo deben pasar a través del núcleo confinado de la columna o elemento de borde. Cualquier posición de l_d fuera del núcleo confinado debe incrementarse mediante un factor de 1.6.

Si se usa refuerzo recubierto con epóxido, las longitudes de desarrollo de l_{dh} y l_d deben de multiplicarse por el factor correspondiente especificado en:

Los factores a usar en las expresiones de longitud de desarrollo de barras y alambres corrugados en tracción son los siguientes:

- (a) Cuando el refuerzo horizontal se coloca más 300mm de concreto fresco debajo de la longitud de desarrollo o un empalme, $\psi_t=1.3$, otras situaciones $\psi_t=1.0$.
- (b) Donde se use concreto liviano, λ no debe exceder de 0.75 a menos que se especifique f_{ct} . Donde se use concreto de peso normal, $\lambda=1.0$.
- (c) Barras o alambres con recubrimiento epóxido con menos de $3d_b$ de recubrimiento, o separación libre menor de $6d_b$, $\psi_e=1.5$, para todas las

otras barras o alambres con recubrimiento epóxico, $\psi_e=1.2$. Refuerzo sin recubrimiento y refuerzo recubierto con cinc (galvanizado), $\psi_e=1.0$.

No obstante, el producto $\psi_t\psi_e$ no necesita ser mayor de 1.7.

Para barras N° 19 o menores y alambres corrugados, $\psi_s=0.8$. Para barras N° 22 y mayores, $\psi_s=1.0$.

- (d) Donde se use concreto liviano, λ no debe exceder de 0.75 a menos que se especifique f_{ct} . Donde se use concreto de peso normal, $\lambda=1.0$.

Para el uso de concreto de peso liviano, debe emplearse el factor de modificación λ como multiplicador de $\sqrt{f'_c}$ en todas las ecuaciones y secciones aplicables de este reglamento, donde $\lambda=0.85$ para concreto liviano de arena de peso normal y 0.75 para los otros concretos de peso liviano, se permite la interpolación entre 0.75 y 0.85, con base en fracciones volumétricas, cuando una porción de los agregados finos de peso liviano es reemplazada por agregado fino de peso normal y una combinación de agregados gruesos de peso normal y de peso liviano. Para concreto el concreto de peso normal $\lambda=1.0$. Si se especifica la resistencia promedio a la tracción por hendimiento del concreto de peso liviano, f_{ct} , entonces:

Ecuación N° 12. Longitud de desarrollo de barras de tracción

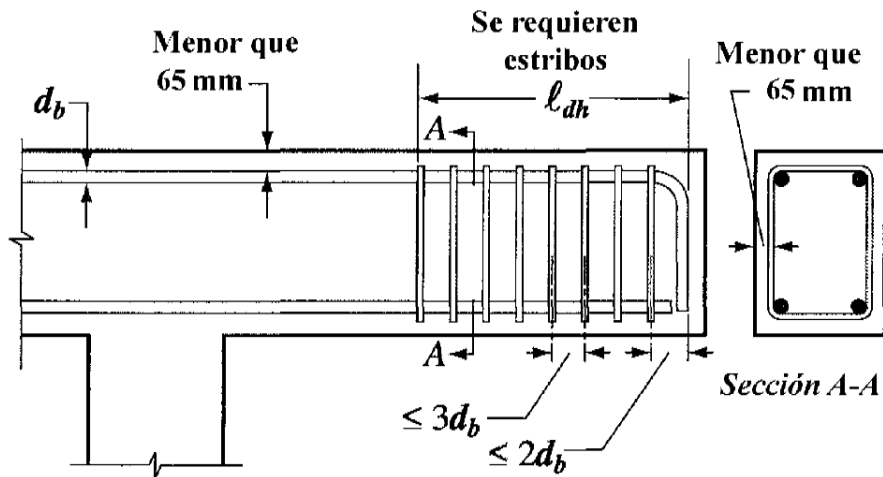
$$\lambda = \frac{f_{ct}}{(0.56\sqrt{f'_c})} \leq 1.0$$

Ecuación N° 13. Longitud de desarrollo de barras corrugadas

$$(0.24\psi_e f_y / \lambda \sqrt{f'_c}) d_b$$

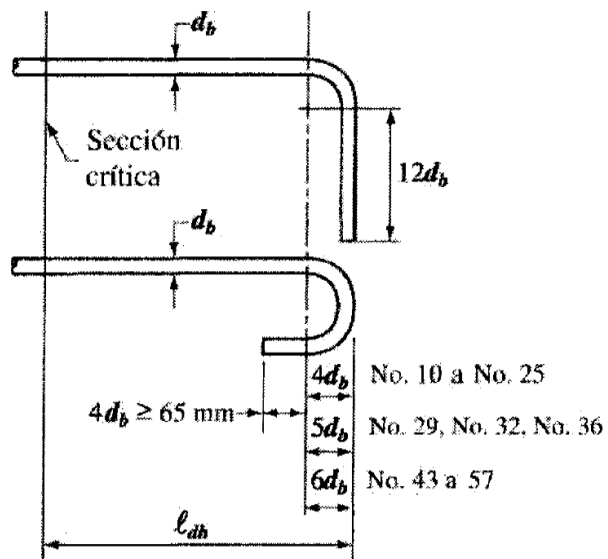
Para las barras corrugadas, l_{dh} debe ser la ecuación (13); con $\Psi_e=0.75$ para concreto con agregados livianos. Para otros casos, Ψ_e y λ deben tomarse igual a 1.0.

Figura N° 31. Recubrimiento del concreto



Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

Figura N° 32. Detalle de barras dobladas para el desarrollo del gancho estándar



Fuente: (ACI-Cap21, 2008)

MARCO TEÓRICO: LEGAL

2.7 Normativa Técnica Legal

2.7.1 Normas ecuatoriana de la construcción (NEC-2015).

Los capítulos de las Normas Ecuatorianas de la Construcción, presentan los requerimientos y metodologías que deben ser aplicados al diseño sismo resistente de edificios principalmente y a otras edificaciones en general; complementadas con normas extranjeras reconocidas.

2.7.1.1 Capítulo Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente.

Este capítulo pone a disposición de los calculistas, diseñadores y profesionales del sector de la construcción, las herramientas de cálculo, basándose en conceptos de ingenierías sísmica y que les permita conocer las hipótesis de cálculo que están adoptando para la toma de decisiones en la etapa de diseño.

Establece un conjunto de requisitos mínimos, para el diseño de estructuras de edificación que están sujetas a los efectos de los sismos que podrían presentarse en algún momento de su vida útil.

2.7.1.2 Capítulo Cargas Sísmicas, Diseño Sismo Resistente.

Este capítulo se constituirá como un documento de permanente actualización, necesario para el cálculo y diseño sismo resistente de estructuras, considerando el potencial sísmico del Ecuador.

Busca el cumplimiento de diversos niveles de desempeño sísmico, para cualquier tipo de estructura.

Las especificaciones presentadas deben ser consideradas como requisitos mínimos a aplicarse para el cálculo y diseño de una estructura de edificios y otras edificaciones en general, con el fin de resistir eventos de origen sísmico.

2.7.1.3 Capítulo Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras

Este capítulo muestra el análisis de vulnerabilidad se realiza a través de funciones de vulnerabilidad o fragilidad, que relacionan probabilísticamente una medida de intensidad sísmica con una medida de daño en la edificación. En muchos casos las funciones de vulnerabilidad también incorporan las consecuencias del daño en términos de pérdida humanas y materiales.

Una mejor estimación del riesgo sísmico es fundamental para minimizar la pérdida de vida, daño a la propiedad, el trastorno social y económico debido a los sismos.

2.7.2 Reglamento American Concrete Institute (ACI – 318 - 08)

Los requisitos de reglamento para concreto estructural cubre un diseño y construcción de concreto estructural en edificaciones y donde sea aplicable en otras construcciones. El reglamento también cubre la evaluación de resistencia de estructuras existentes de concreto reforzado y define las disposiciones mínimas aceptables en la práctica del diseño y la construcción.

Este reglamento proporciona los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de elementos de concreto estructural de cualquier estructura construida según los requisitos del reglamento general de construcción legalmente adoptado, del cual este reglamento forma parte.

2.7.2.1 Capítulo 7 Detalles Del Refuerzo

Las disposiciones del Capítulo 7 se aplica para los refuerzo de la estructura.

Las disposiciones relativas a los diámetros de las barras, los alambres o los torones (y su área) se basan en las dimensiones nominales del refuerzo, tal como se proporcionan en la norma correspondiente. Las dimensiones nominales equivalen a las de un área circular que tiene el mismo peso por metro que los tamaños de las barras, los alambres y los torones designados. El área de la sección transversal del refuerzo se basa en las dimensiones nominales.

2.7.2.2 Capítulo 10 Flexión y Cargas Axiales

Las disposiciones del Capítulo 10 se deben aplicar al diseño de elementos sometidos a cargas de flexión ó axiales, o a la combinación de cargas de flexión y axiales.

Deben satisfacerse dos condiciones fundamentales cuando se calcula la resistencia de un elemento por medio del método de diseño por resistencia del reglamento: (1) el equilibrio estático y (2) la compatibilidad de las deformaciones. Debe satisfacerse el equilibrio entre las fuerzas de compresión y de tracción que actúan en la sección transversal para las condiciones de resistencia nominal. La compatibilidad entre el esfuerzo y la deformación unitaria del concreto y del refuerzo, para condiciones de resistencia nominal, debe igualmente satisfacerse considerando las hipótesis de diseño permitidas.

2.7.2.3 Capítulo 21 Estructuras Sismo Resistente

El Capítulo 21 contiene disposiciones especiales para el diseño y la construcción de los elementos de concreto reforzado de una estructura para la que se han determinado las fuerzas de diseño, relacionadas con los movimientos sísmicos, con base en la disipación de energía en el rango no lineal de respuesta.

Las disposiciones del Capítulo 21 relacionan los requisitos de detallado con el tipo de sistema estructural, el nivel de riesgo sísmico en el lugar, el nivel de deformación inelástica esperado para ser utilizado en el diseño estructural, y el uso y ocupación de la estructura. Los niveles de riesgo sísmico se han clasificado tradicionalmente en bajo, moderado y alto. El nivel de riesgo sísmico de una región o el comportamiento sísmico o la categoría de diseño de una estructura se encuentran regulados por el reglamento general de construcción legalmente adoptado o determinado por la autoridad competente.

Los requisitos de diseño y detallado deben ser compatibles con el nivel de disipación de energía (o tenacidad) supuestos en el cálculo de las fuerzas sísmicas de diseño. Para facilitar esta compatibilidad se usan específicamente los términos ordinario, intermedio y especial. El grado de tenacidad requerido y, por lo tanto, el nivel de detallado requerido aumenta para las estructuras que van desde ordinarias pasando por intermedias a las categorías especiales. Es esencial que las estructuras en las zonas de riesgo sísmico alto o a las que se les asignen los niveles más altos de comportamiento sísmico o categoría de diseño que tenga el mayor grado de tenacidad. Sin embargo, se puede realizar el diseño para un nivel de tenacidad más alto en las zonas sísmicas o categorías de diseño menores para aprovechar niveles menores de las fuerzas de diseño.

2.7.3 Disposición y ordenanzas municipales para construcciones de edificaciones



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO
MUNICIPAL DEL CANTÓN MANTA
DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO URBANO

Sección 3ra.

TERMINOLOGÍA

Art. 9.- DEFINICIONES.- Para la correcta interpretación y aplicación de esta normativa se observarán las siguientes definiciones:

- **ADOSAMIENTO:** Edificaciones contiguas en lotes colindantes acordes con normas establecidas.
- **ALTURA DE LA EDIFICACIÓN:** Es la distancia máxima vertical permitida por la zonificación vigente. Este se medirá desde la mitad del frente del lote. En los predios con desniveles, la altura de edificación, en cualquier sentido, no podrá contener un número mayor de pisos a la altura máxima establecida en la zonificación.
- **ÁREA BRUTA URBANIZABLE:** Corresponde al área total del predio a urbanizarse.
- **ÁREA TOTAL.-**Es la superficie total de un predio individualizado con linderación y mensuras precisas, que va a ser sometido a fraccionamiento.
- **AREA ÚTIL.-**Es la diferencia entre el área total de un predio y el área afectada del mismo.
- **ÁREA TOTAL CONSTRUIDA O ÁREA BRUTA:** Es el área que resulta de sumar todos los espacios construidos cubiertos que se encuentren sobre y bajo el nivel natural del terreno.
- **ÁREA URBANA:** Es aquella que cuenta con normativa pormenorizada en la cual se permiten usos urbanos y están dotadas de equipamientos, infraestructuras y servicios de agua potable, alcantarillado, electricidad, telecomunicaciones, transporte, recolección y disposición final de desechos sólidos, y otros de naturaleza semejante.
- **ÁREA ÚTIL CONSTRUIDA:** Es el área resultante de restar del área total construida, el área no computable.
- **ÁREA ÚTIL URBANIZABLE:** Es el resultado de descontar del área bruta, las áreas correspondientes a afectaciones de vías y derechos de vías, quebradas, las áreas de protección especial, oleoductos, poliductos, líneas de alta tensión, canales de aducción, a centrales hidroeléctricas y canales de riego.
- **AUDITORÍA AMBIENTAL:** Es el proceso sistemático y documentado de obtener, verificar y evaluar objetivamente las evidencias que permitan determinar el cumplimiento por parte de una organización previamente establecidos.

- **EDIFICIO:** Toda construcción, sea ésta transitoria o permanente, destinada a satisfacer las necesidades de hábitat del hombre.
- **EDIFICIO RESIDENCIAL:** Edificio utilizado, construido o adaptado para usarse total o parcialmente para habitación y actividades afines.
- **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:** Estudio de carácter multidisciplinario a ser desarrollado de manera previa a la ejecución de un proyecto, que tiene por objeto operativo la identificación y predicción de las características de los efectos beneficiosos y nocivos que dicha ejecución provocará sobre cada uno de los componentes socio ambientales, en la perspectiva de definir las medidas de mitigación que deben incorporarse al diseño, construcción, operación, y/o clausura del proyecto, para minimizar o eliminar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos.
- **ESTRUCTURA:** Armadura de la edificación (de madera, hormigón o acero) que absorbe las cargas permanentes o accidentales y los esfuerzos laterales del edificio.
- **FACHADA:** Es el plano vertical que limita una edificación con el espacio público o con espacios abiertos anteriores.
- **LINDERO:** Es el límite definido legalmente entre una propiedad pública, comunal o privada con otra.
- **MAMPOSTERÍA:** Forma de construcción utilizando materiales colocados en hiladas, unidad por unidad y trabados mediante morteros; la mamposterías pueden ser de: ladrillo, piedra, elementos cerámicos, bloques de hormigón, bloques de yeso, o similares, usados individualmente o combinados.
- **MANZANA:** Es el área, dentro de un trazado urbano, limitada por áreas de uso público (calles).
- **ORDENAMIENTO TERRITORIAL:** El Ordenamiento Territorial comprende un conjunto de políticas democráticas y participativas de los gobiernos autónomos descentralizados que permiten su apropiado desarrollo territorial, así como una concepción de la planificación con autonomía para la gestión territorial, que parte de lo local a lo regional en la interacción de planes que posibiliten la construcción de un proyecto nacional, basado en el reconocimiento y la valoración de la diversidad cultural y la proyección espacial de las políticas sociales, económicas y ambientales, proponiendo un nivel adecuado de bienestar a la población en donde prime la preservación del ambiente para las futuras generaciones.
- El Plan de Ordenamiento Territorial orientará el proceso urbano y territorial del cantón o distrito para lograr un desarrollo armónico, sustentable y sostenible, a través de la mejor utilización de los recursos naturales, la organización del espacio, la infraestructura y las actividades conforme a su impacto físico, ambiental y social con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y alcanzar el buen vivir.
- **RECONSTRUCCIÓN:** Intervención que tiene por objeto la devolución parcial o total de un bien patrimonial que debido a su estado de deterioro no es posible consolidar o restaurar, reproduciéndose sus características pero denotando su contemporaneidad. En casos de intervención parcial en un bien monumental deberá preverse su reversión sin afectar lo existente.
- **RECONSTRUIR:** Construir parcial o totalmente un edificio con las características originales.

- **REESTRUCTURACION:** Intervención que se realiza con el fin de devolver las condiciones de resistencia y estabilidad de todas las partes afectadas de una edificación, en especial de bienes patrimoniales.
- **REESTRUCTURACIÓN URBANA:** Intervención que se realiza para lograr la articulación y vinculación de los elementos constitutivos que forman un tramo, debido a rupturas ocasionadas por intervenciones urbanas y modificaciones de la edificación de un segmento urbano.
- **REHABILITACIÓN ARQUITECTÓNICA:** Restitución de elementos que fueron desplazados o destruidos por su grado de deterioro.
- **REMODELAR:** Se considera a las modificaciones realizadas en las edificaciones existentes que incluyan los siguientes trabajos:
 - ✓ Aumento en las dimensiones
 - ✓ Cambio de la cubierta
 - ✓ Modificación del conjunto de puertas y ventanas exteriores.
 - ✓ Del sistema sanitario o de drenaje
 - ✓ Cambio de uso en una edificación o parte de ella.
 - ✓ Para la presente definición no se considera como remodelación la apertura de una ventana o puerta de comunicación interior, el trazado de jardines, enlucidos, pintura, revestimientos, o reparación de cubiertas.
 - ✓ En las áreas históricas la remodelación se limita a renovar elementos constitutivos de la edificación para mejorar las condiciones de habitabilidad, la imagen formal y la estabilidad, sin que pierda o se distorsione su tipología ni su característica morfológica esencial.
- **RESTAURACIÓN:** Intervención en un bien patrimonial protegido que permite devolver sus elementos constitutivos al estado original.
- **RESTITUCIÓN:** Volver a ubicar en un sitio o composición original, elementos o partes del bien patrimonial desubicados o destruidos por acciones de deterioro irreversible.
- **RETIRO DE CONSTRUCCIÓN:** Distancia comprendida entre los linderos y fachadas; ésta se tomará horizontalmente y perpendicularmente al lindero.

CAPITULO III
NORMAS GENERALES DE ARQUITECTURA
Sección 1ra.
DIMENSIONES DE LOCALES

Art. 73.- BASES DEL DIMENSIONAMIENTO.- Las dimensiones de los espacios construidos se basan en las funciones o actividades que se desarrollen en ellos, el volumen de aire requerido por sus ocupantes, la posibilidad de renovación del aire, la distribución del mobiliario y de las circulaciones, la altura mínima del local y la necesidad de iluminación natural. Las medidas lineales y la superficie corresponden a las áreas útiles y no a las consideradas entre ejes de construcción o estructura. Las dimensiones de los espacios construidos constan en las normas específicas de edificación por Usos.

Art. 75.- ALTURA DE LOCALES HABITABLES.- A excepción de aquellos locales que en esta normativa se especifiquen con una altura mínima diferente, la altura mínima de locales será de 2,70 m. Las plantas bajas, cuyos usos no sean de vivienda, y éstos sean de comercio y oficinas o equipamiento podrán tener una altura libre de 2,70 m. o mayor. Estas dimensiones se observarán desde el piso terminado hasta la cara inferior del elemento construido de mayor descuelgue.

Art. 76.- ALTURA DE LOCALES NO HABITABLES.- La altura mínima en locales no habitables será de 2,50 m.

Tabla N° 6. Normas generales para edificaciones

| Especificaciones | Descripción | Área mínima libre | Altura mínima libre | Altura máxima libre | Lado menor libre |
|---------------------------|---|------------------------|-------------------------------------|---------------------|---------------------|
| ALTURA Y DIMENSIONES | Entrepisos | - | 2,3 m | - | - |
| | Plantas bajas con uso diferente al residencial | - | 2,7 m | - | - |
| | Techos inclinados | - | 2,10 m en el punto más desfavorable | - | - |
| | Media batería sanitaria | - | 2,3 m | - | 0,90 m |
| | Baterías sanitarias | - | 2,3 m | - | 1,20 m |
| ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN | Iluminación directa | 20% del área del local | - | - | - |
| | Patio interior de iluminación en edificaciones de hasta tres pisos | 12,00 m ² | 12,00 m | - | 3,00 m |
| | Patio interior de iluminación en edificaciones mayores a tres pisos | Variable | Variable | - | 1/3 h; hasta 6,00 m |
| | Ventilación directa | 30% del área del vano | - | - | - |
| | Patio interior de iluminación en edificaciones de hasta tres pisos | 12,00 m ² | 12,00 m | - | 3,00 m |
| | Patio interior de iluminación en edificaciones mayores a tres pisos | Variable | Variable | - | 1/3 h; hasta 6,00 m |
| | Ventilación indirecta : ductos | 0,32m ² | - | 6,00 m | 0,40 m |
| | Ventilación indirecta: ductos con extracción mecánica | 0,32 m ² | - | 6,00 m | 0,40 m |

Fuente: (Ordenanzas Municipales para la Construcción, 2015)

Art. 77.- ALTURA DE LOCALES EN SÓTANOS.- La distancia vertical entre el nivel del terreno y el nivel inferior del dintel de las ventanas, medido en el centro de éstas, no será menor que la mitad de la altura del local.

Art. 78.- ÁREA DE LOCALES CON ARTEFACTOS SANITARIOS.-

a. Dimensiones mínimas:

- Espacio mínimo entre la proyección de piezas consecutivas= 0,10 m.
- Espacio mínimo entre la proyección de piezas y la pared lateral= 0,15 m.

- Espacio mínimo entre la proyección de la pieza y la pared frontal= 0,50 m.
 - No se permite la descarga de la ducha sobre una pieza sanitaria.
 - La ducha deberá tener una superficie con un lado de dimensión mínima libre de 0,70 m. y será independiente de las demás piezas sanitarias.
- b.** Los baños no podrán comunicar directamente con comedores, reposterías ni cocinas.
- c.** No se permite la descarga de la ducha sobre una pieza sanitaria.
- d.** La ducha deberá tener un lado mínimo libre de 0,70 m. y será independiente de las demás piezas sanitarias.
- e.** En los urinarios murales para niños la altura debe ser de 0,40 m. y para adultos de 0,60 m.
- f.** La media batería tendrá un lado mínimo de 0,90 m. y se deberá considerar la separación entre piezas.
- g.** La altura mínima para el caso de ubicarse bajo el cajón de gradas no deberá ser menor a 1,80 m. medido en el punto medio frente al inodoro.
- h.** Los requerimientos de baterías sanitarias para cada tipo de edificación constan en las Normas Específicas de Edificación por Usos.

Art. 100.- ESCALERAS.- Las escaleras tendrán características según el uso de la edificación y la frecuencia de circulación, de acuerdo a las normas específicas establecidas en esta Ordenanza.

Tabla N° 7. Ancho mínimo escaleras

| Usos | Ancho Mínimo Libre (m) |
|--|------------------------|
| Caminerías o corredores de circulación peatonal exterior. | 1,2 |
| Circulación exterior en forma simultánea de dos sillas de ruedas | 1,8 |
| Caminerías o corredores de circulación peatonal interior. | 1,2 |
| Circulación interior en forma simultánea de dos sillas de ruedas | 1,8 |
| Escalera principal en edificios públicos (En caso de dimensión mayor a 3,00m. proveer de pasamanos intermedios). | 1,5 |
| Escalera en sótanos, desvanes y escaleras de mantenimiento. | 0,8 |
| Escalera en edificaciones de hasta 600 m2 por planta. | 1,5 |
| Escalera en edificaciones de hasta 601 m a 900 m2 por planta. | 1,8 |
| Escalera en edificaciones de hasta 901m. a 1200m2 por planta | 2,40 o dos de 1,2 |
| Rampas fijas | 1,2 |
| Rampas unidireccionales | 0,9 |

Fuente: (Ordenanzas Municipales para la Construcción, 2015)

Podrán diseñarse de varias formas (en cajón, longitudinal, en caracol) dependiendo de las características de uso y función. Las edificaciones en altura deben cumplir con las siguientes condiciones:

- a. Los edificios de dos o más pisos deben tener, en todos los casos, escaleras que comuniquen a todos los niveles y que desemboquen a espacios de distribución, aun cuando cuenten con elevadores.
- b. En el caso de edificios de alojamiento temporal, cada escalera servirá como máximo a 15 habitaciones, para cumplir con las funciones de seguridad en casos de emergencia.
- c. Las escaleras estarán distribuidas de modo que ningún punto servido del piso o planta se encuentre a una distancia mayor de 25,00 metros de alguna de ellas, salvo que existan escapes de emergencia.
- d. Las dimensiones de las huellas serán el resultado de aplicar la fórmula: $2ch+h= 0,64$ m. donde ch = contrahuella y h = huella.
- e. En edificios con acceso al público la dimensión mínima de la huella será de 0,28 m.
- f. En cada tramo de escaleras, las huellas y contrahuellas serán todas iguales. El ancho de los descansos deberá ser igual a la medida reglamentaria de la escalera.
- g. La distancia mínima de paso entre cualquier punto de la escalera y la cara inferior del cielo raso, entre piso o descanso debe ser al menos de 2,05 m; los elementos como vigas, lámparas, y similares, no pueden situarse bajo ese nivel.
- h. Las escaleras deben tener tramos continuos sin descanso de hasta diez escalones, excepto las de viviendas. Las escaleras compensadas o de caracol pueden tener descansos máximos cada 18 escalones.
- i. Las escaleras en caracol deben tener un diámetro mínimo de 2,10 m para viviendas unifamiliares y bifamiliares con una anchura mínima de paso de 0,80 m, y para otras tipologías tendrán un diámetro mínimo de 2,60 m. con una anchura mínima de paso de 1,00 m.
- j. Las escaleras compensadas en edificios públicos se emplearán siempre que no constituyan el único medio accesible para salvar un desnivel. No se permiten estas escaleras para salida de emergencia.
- k. Los edificios que presenten alto riesgo, o cuando su altura así lo exija, deberán contar con escaleras de seguridad que se sujetarán a lo dispuesto en las normas para protección contra incendios.

Sección 4ta. ACCESOS Y SALIDAS

Art. 105.- GENERALIDADES.- Todo vano que sirva de acceso, de salida, o de salida de emergencia de un local, lo mismo que las puertas respectivas, deberán sujetarse a las disposiciones de esta Sección.

Art. 106.- DIMENSIONES MÍNIMAS.- Para definir el ancho mínimo de accesos, salidas, salidas de emergencia, y puertas que comuniquen con la vía pública se considerará que cada persona puede pasar por un espacio de 0,60 m.; el ancho mínimo será de 1,20 m. libre.

Se exceptúan de esta disposición, las puertas de acceso a viviendas unifamiliares, a departamentos y oficinas ubicadas en el interior de edificios, y a las aulas en edificios destinados a la educación, cuyo ancho del vano no será menor a 0,96 m.

Todo local que requiera de la implementación de salidas de emergencia se sujetará a lo dispuesto en la Sección Protección contra Incendios.

Cuando la capacidad de los hoteles, hospitales, centros de reunión, salas de espectáculos, y espectáculos deportivos sea superior a 50 personas, o cuando el área de ventas, de locales, y centros comerciales sea superior a 1.000,00 m², deberán contar con salidas de emergencia que cumplan con los siguientes requisitos:

- a. Deberán existir en cada localidad o nivel de establecimiento.
- b. Serán en número y dimensiones tales que, sin considerar las salidas de uso normal, permitan el desalojo del local en un máximo de 3 minutos.
- c. Tendrán salida directa a la vía pública, o lo harán por medio de circulaciones con anchura mínima igual a la suma de las circulaciones que desemboquen en ellas y;
- d. Deberán disponer de iluminación y ventilación adecuada, y en ningún caso, tendrán acceso o cruzarán a través de locales de servicios, tales como cocinas, bodegas, y otros similares.

Art. 107.- PUERTAS.- Las puertas interiores que se requieran en las edificaciones de uso público para facilitar el acceso y salida de las personas, tendrán las siguientes características:

- a. **Dimensiones:** ancho libre mínimo de 0,90 m. y la altura 2,05 m.
- b. El ángulo de apertura máxima recomendable oscila entre 135° y 180°. El picaporte deberá situarse a una altura aproximada de 1,00 m.
- c. Las puertas de cristal deben estar convenientemente señalizadas para evitar riesgo de colisión.
- d. Se debe respetar los espacios de aproximación, apertura y cierre quedando definidos el área de barrido y ancho de paso.
- e. Las puertas y marcos deben ser de un color que contraste con la pared adyacente.
- f. Las puertas de vidrio deben ser señalizadas correctamente para evitar riesgos de colisión al no ser percibidas por personas con capacidad visual reducida, con una banda de color colocada entre 0,80 m. y 1,60 m. sobre el nivel del piso terminado.
- g. Debe indicarse el sentido de apertura de la puerta.
- h. Para garantizar la seguridad se deben emplear vidrios resistentes de acuerdo.
- i. Los accesos a un edificio deben estar bajo cubierta para facilitar la identificación de entrada por las personas con capacidad visual reducida.
- j. Para la maniobrabilidad de usuarios en sillas de ruedas, debe dejarse un espacio libre cerca de la apertura de la puerta, entre 0,45 m. a 0,55 m; la profundidad de dicho espacio debe ser de 1,20 m. adicional al barrido de la puerta.

Sección 5ta.

ASCENSORES O ELEVADORES

Art. 111.- ALCANCE.- Es obligatoria la instalación de ascensores en edificios cuya altura sea superior a tres (3) pisos altos desde el nivel de la vía de acceso sin considerar el subsuelo en caso de haberlo. Se exonera de esta obligación a las edificaciones existentes que acogiéndose a la

zonificación vigente, presenten proyectos modificatorios o ampliatorios hasta cinco (5) pisos altos incluidos subsuelos.

En edificios de estacionamientos de más de tres plantas, incluyendo planta baja, deberán instalarse ascensores.

Cumplirán con las normas de esta sección todos los equipos destinados a la transportación vertical de pasajeros y carga tales como: ascensores, monta camillas, montacargas, escaleras eléctricas y otros de uso similar.

Art. 112.- PISOS QUE SE EXCLUYEN DEL CÁLCULO DE LA ALTURA.- Se permite excluir en el cálculo de la altura para el uso de ascensores los siguientes pisos:

a. La planta de subsuelo destinada exclusivamente a estacionamiento.

b. La última planta del edificio, cuando su área total sea menor o igual al 50% del área de la planta tipo, siempre y cuando se destine a:

- Tanque de reserva de agua
- Cuarto de máquinas
- Depósito de material de limpieza
- Vestuarios y sanitarios
- Vivienda de conserje
- Salón de fiestas
- Parte superior de unidades de vivienda dúplex.

Art. 113.- CÁLCULO DE LOS ASCENSORES (Memoria Técnica).- El número, capacidad y velocidad de los ascensores se calculará en función del tipo de edificación, del uso de suelo, estimación de la población, capacidad de transporte y tiempo de espera, estarán especificados en la Memoria de Cálculo, la que será elaborada por un profesional del ramo o firma responsable. En dicho cálculo, se consideraran cuando menos los siguientes factores:

a. Tipo de edificación

a.1 Residencial: Edificios destinados a viviendas.

a.2 Comercial: Edificaciones para oficina, comercios y hoteles.

a.3 Industrial: Edificaciones de bajo, mediano, Alto Impacto y Alto Riesgo.

a.4 Equipamiento: Edificios públicos, hospitales, centro de educación, salud, institucional, bienestar social, cultura, recreativo, religioso y turístico.

b. Estimación de la población del edificio

b.1 Residencial: 2 personas por dormitorio.

b.2 Comercial, oficinas y consultorios médicos: 1 persona por cada 8 a 10 m² de área útil.

b.3 Hoteles: 2 personas por dormitorio.

b.4 Educacional: 1 estudiante por cada 2.50 m².

b.5 Restaurantes: 1 persona por cada 3.00 m² de área.

b.6 Centros comerciales: 1 persona por cada 4 m² de área total.

b.7 Institucional: Hospitales; 3 personas por cama.

b.8. Edificios de estacionamiento: 2 personas por puesto de parqueo.

c. Normas generales

c.1. Toda edificación destinada a hospital con dos o más niveles considerados a partir del nivel de la acera, deberá contar con servicio de elevadores especiales para pacientes. A excepción de aquellas soluciones que se han realizadas mediante rampas.

c.2. En cualquier edificación se puede descontar el 50% de la población que se halle un piso arriba y un piso debajo de la planta de acceso principal (Pb) siempre y cuando estén situados a una distancia no mayor a 5 m. con relación a la planta principal.

c.3. En cualquier edificación no se calcula la población que está servida por escaleras eléctricas.

d. Capacidad de transporte.- La capacidad de transporte expresada como el porcentaje de la población del edificio que requiere el servicio del elevador y que puede ser evacuada o transportada por el sistema de ascensores en un período típico de 5 minutos, deberá considerar los porcentajes mínimos de acuerdo al siguiente cuadro:

| TIPO DEL EDIFICIO | PORCENTAJE DE POBLACION (%) |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| OFICINAS DE UNA SOLA ENTIDAD | 10 |
| OFICINAS EN GENERAL | 10 |
| OFICINAS DE GOBIERNO | 10 |
| DEPARTAMENTO | 5 |
| HOTELES | 10 |
| HOSPITALES | 5 |
| ESCUELAS COLEGIOS Y UNIVERSIDADES | 15 |
| CENTROS COMERCIALES | 15 |

d.1. En caso de tener edificaciones mixtas se deben considerar cada una de la partes en forma proporcional.

e. Tiempo de espera.- El tiempo de espera de los pasajeros en el nivel de ingreso principal a los ascensores, no debe exceder de los siguientes valores:

- e.1.** Residencial: 137 segundos.
- e.2.** Comercial y hoteles: 40 segundos.
- e.3.** Industrial: 137 segundo.
- e.4.** Equipamiento: 35 segundo.

El estudio de tráfico estará basado en normas internacionales que definirán el número de ascensores, capacidad y velocidad para cada proyecto.

Art. 114.- PARADAS EN NIVELES INTERMEDIOS.- En las edificaciones en que las paradas de los ascensores fueren en niveles intermedios, la diferencia aproximada de nivel entre el vestíbulo de ascensores y aquellos no será mayor a la mitad de la altura de entrepisos, excluyéndose esta posibilidad en edificaciones públicas, para no discriminar a las personas discapacitadas o de movilidad reducida.

Art. 115.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ASCENSORES.-

a. Vestíbulo de ascensores:

- El piso de ingreso al ascensor debe estar señalizado mediante pavimento texturizado con un área mínima de 1,20 m. x 1,20 m.
- El espacio para embarque y desembarque debe tener un área mínima de 1,50 m. x 1,50 m. en condiciones simétricas y centradas a la puerta.
- En caso que el ascensor tenga puertas batientes, la dimensión del espacio exterior frente al ascensor, se lo definirá por la posibilidad de inscribir un círculo de 1,20 m. de diámetro en el área libre del barrido de la puerta.

b. El pozo de ascensores debe garantizar:

- Que tan sólo las personas debidamente autorizadas pueden ingresar a éste para realizar trabajos de instalación, inspección, reparación, mantenimiento o modernización del ascensor.
- El pozo del ascensor debe prever medios o sistemas que eviten la acumulación de humo o gases calientes en caso de incendio.
- Se prohíbe ubicar dentro del pozo elementos, accesorios y materiales de naturaleza ajena a los ascensores.
- El pozo deberá tener los elementos rígidos que permitan el correcto anclaje y sujeción de las guías de cabina, contrapeso y/o listón que garanticen la alineación y reacción sobre los puntos de apoyo, salvo el caso que el ascensor disponga de su propia estructura auto soportante.
- El pozo dispondrá de un espacio, con una altura suficiente, para dar el espacio mínimo de seguridad entre el techo de la cabina y la parte inferior de la sala de máquinas o tapa.

- Entre pozos de ascensores adyacentes, en los cuales no existan paredes divisorias que separen un pozo de otro, debe existir una separación en la parte inferior del foso (maya o pared) con altura mínima de 2,50 m.
- El foso debe mantenerse permanentemente limpio y no puede ser utilizado como depósito de basura.
- El foso dispondrá de una profundidad suficiente para dar el espacio mínimo de seguridad dentro la plataforma inferior del carro y el nivel inferior del pozo, de manera tal de alojar a los amortiguadores.
- El foso debe construirse o recubrirse con materiales impermeabilizantes y disponer de sistemas de drenaje que impidan la acumulación de agua.
- El fondo del foso debe ser construido para soportar y garantizar las cargas y reacciones establecidas por el fabricante del ascensor.
- No deben existir en el pozo y fosa, elementos constructivos estructurales o de cualquier otra naturaleza, que impidan la correcta instalación y operación de los distintos dispositivos de los ascensores.
- En cada foso se debe ubicar un interruptor que permita abrir el circuito de seguridades.
- Las paredes del pozo deben ser pintadas (blanqueadas) para facilitar los trabajos de instalación y mantenimiento.

c. La sala de máquinas debe:

- Mantenerse permanentemente limpia y no puede ser usada como depósito de basura, bodegaje u otros fines.
- No puede ser lugar de tránsito para acceder a otras áreas.
- Los accesos y sala de máquinas deben ser iluminados por uno o varios dispositivos eléctricos, instalados permanentemente.
- Deben estar ventiladas, garantizando la evacuación del calor emitido por el equipo, según las especificaciones técnicas del fabricante. Deben protegerse de vapores nocivos y humedad.
- La estructura será diseñada de acuerdo a las características requeridas por el fabricante.
- El acceso a la sala de máquinas, durante la instalación del ascensor, debe permitir el ingreso solo del personal autorizado sin depender de terceras personas.
- Los espacios destinados a alojar máquinas, equipos de control y otras maquinarias deben ser protegidos de condiciones tales como humedad, fuego, etc.
- Todo cuarto de máquinas deberá conformar un sector independiente de incendios, utilizando para su construcción materiales resistentes al fuego.
- Toda abertura o hueco que no forma parte de la instalación del ascensor debe ser cubierto a fin de evitar accidentes.

d. La cabina:

- El sistema operativo del ascensor no debe permitir que la puerta se abra mientras esté en movimiento y fuera de la zona y velocidad de nivelación.
- Las paredes, piso y techo deben encontrarse siempre en buen estado, sin presentar desgaste o deterioro excesivos.
- Todo ascensor debe poseer una alarma, la cual puede ser accionada por energía normal o por un sistema auto soportante.
Toda cabina de ascensor debe tener iluminación adecuada e ininterrumpida durante el funcionamiento del elevador.

- Todo ascensor debe estar provisto de una fuente de energía recargable automática en caso de interrupción de la energía eléctrica regular.
- Las cabinas que tengan elementos de vidrio, como paredes o puertas, deben utilizar vidrios de seguridad.
- En la cabina no debe haber alarmas, ni dispositivos de seguridad sin operar, contactos de puertas punteados, puertas que se arrastren o rocen, ni zapatas y rolletes de puertas desgastadas.
- Para permitir la salida de los pasajeros en el caso de parada imprevista, debe ser posible abrir o entreabrir manualmente la puerta de cabina.
- Todo ascensor debe mantener, en el lugar más visible, la placa en la que se establece la carga máxima que el elevador puede levantar, con letras de altura no menor a 6,5 mm. En esta placa se indicara el número de pasajeros que puede transportar el ascensor y la marca de fábrica.
- Toda cabina panorámica que tenga sus paredes laterales o posteriores de vidrio, debe ser provista de un pasamano para protección del pasajero.
- Toda cabina deberá estar provista de una puerta, de accionamiento manual o automático, que debe contar con las debidas seguridades.
- Toda cabina debe estar provista de, por lo menos, un panel de operación con los respectivos botones de mando, alarma y dispositivos de seguridad.
- Los equipos o aparatos distintos a los que se utiliza en la operación, control y seguridad del elevador, no se deberán instalar dentro de la cabina.
- Las dimensiones mínimas libres interiores de la cabina del ascensor deben ser 1,20 m. de fondo y 1,00 m. de ancho, para permitir alojar a una silla de ruedas y a un eventual acompañante. Cuando el lado de la puerta de la cabina no coincide con el lado de la puerta de la parada, las dimensiones mínimas deben ser de 1,20 m. x 1,40 m. para permitir el libre giro de la silla de ruedas.
- Los tableros de control de ascensores y las instalaciones eléctricas, se instalarán de acuerdo a las específicas técnicas de cada fabricante.

Art. 118.- DISPOSICIONES ESPECÍFICAS.-

a. Requisitos Dimensionales

a.1. Todo pozo de ascensor/elevador para pasajeros debe cumplir con los requisitos mínimos de dimensiones internas establecidos en siguiente cuadro:

Tabla N° 8. Dimensiones mínimas internas de pozo (1)

| Capacidad | Apertura | X (mm) | Y(mm) |
|-----------|----------|--------|-------|
| 4 | Lateral | 1350 | 1400 |
| 6 | Central | 1750 | 1600 |
| 8 | Central | 1800 | 1900 |
| 9 | Central | 1800 | 1950 |
| 10 | Central | 1800 | 1980 |
| 11 | Central | 1800 | 2000 |
| 12 | Central | 2000 | 2130 |
| 13-14-15 | Central | 2100 | 2200 |
| 16 | Central | 2300 | 2200 |
| 17 | Central | 2300 | 2250 |
| 18 | Central | 2450 | 2400 |
| 20 | Central | 2550 | 2400 |
| 23 | Central | 2650 | 2400 |
| 24 | Central | 2650 | 2500 |
| 27 | Central | 2650 | 2660 |
| 30 | Central | 2650 | 2810 |
| 33 | Central | 2800 | 2810 |

Fuente: (Ordenanzas Municipales para la Construcción, 2015)

(1) Para capacidades superiores a las establecidas en este cuadro, las dimensiones se deben basar en las especificaciones de cada uno de los fabricantes.

a.2. Las dimensiones mínimas para sobre recorrido, foso, altura y sala de máquinas en los pozos de ascensores para pasajeros deben ser las establecidas en el siguiente cuadro:

**Tabla N° 9. Dimensiones mínimas de foso,
Sobre recorrido y altura de sala de máquinas (mm) (2).**

| Velocidad (m/s)- (m/min.) | Foso | Sobre recorrido | Altura de sala de máquinas |
|--|-------------|------------------------|-----------------------------------|
| 0.5-30 | 1450 | 4200 | 2000 |
| 0.75-75 | 1500 | 4200 | 2000 |
| 1;1.25- 60.75 | 1500 | 4600 | 2200 |
| 1.5;1.6- 90;96 | 1800 | 4850 | 2200 |
| 1.75-105 | 2100 | 5000 | 2200 |
| 2.0-120 | 2400 | 5500 | 2200- 2600(*) |
| 2.5-150 | 2600 | 5700 | 2400-2600(*) |
| 3.0-1.80 | 3000 | 6000 | 2500-2600(*) |
| 3.5-210 | 3200 | 6400 | 3000 |
| 4.0-240 | 4300 | 7100 | 3000 |

Fuente: (Ordenanzas Municipales para la Construcción, 2015)

(*)= Tracción directa o sin drenaje.

(2) Para velocidades superiores a las establecidas en este cuadro, las dimensiones se deben basar en las especificaciones de cada uno de los fabricantes.

a.3. Disposiciones específicas.- En la disposición de cierre, las holguras entre las hojas de puertas y entre éstas y el marco, sus largueros verticales, dintel y quicio de estas puertas, deben ser los más reducido posible, esta condición está cumplida cuando estas holguras no superan los 10mm. Para evitar riesgos de cizallamiento durante el funcionamiento, la cara exterior de las puertas automáticas deslizantes no tendrán hendiduras o salientes de más de 3mm. Las aristas de éstas deben estar achaflanadas en el sentido del movimiento.

Para efectos del cálculo de capacidad se considera pasajero a una persona con peso entre 66kg y 80kg. La capacidad y área útil de cabina por cada pasajero deben ser las establecidas en el siguiente cuadro:

Tabla N° 10. Capacidad y áreas útiles de cabina

| Pasajeros | Capacidad(Kg.) | | Área útil de cabina | |
|-----------|----------------|--------|---------------------|--------|
| | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| 3 | 200 | 240 | 0,20 | 0,24 |
| 4 | 280 | 320 | 0,19 | 0,24 |
| 5 | 350 | 400 | 0,19 | 0,24 |
| 6 | 420 | 480 | 0,19 | 0,21 |
| 7 | 490 | 560 | 0,18 | 0,21 |
| 8 | 550 | 640 | 0,18 | 0,20 |
| 9 | 600 | 720 | 0,17 | 0,19 |
| 10 | 680 | 800 | 0,17 | 0,19 |
| 11 | 750 | 880 | 0,17 | 0,19 |
| 12 | 840 | 960 | 0,16 | 0,19 |
| 13 | 900 | 1040 | 0,16 | 0,19 |
| 14 | 950 | 1120 | 0,16 | 0,19 |
| 15 | 1000 | 1200 | 0,16 | 0,18 |
| 16 | 1080 | 1280 | 0,16 | 0,18 |
| 17 | 1150 | 1360 | 0,15 | 0,18 |
| 20 | 1350 | 1600 | 0,15 | 0,18 |
| 24 | 1600 | 1920 | 0,14 | 0,18 |
| 27 | 1800 | 2160 | 0,14 | 0,18 |
| 30 | 2100 | 2400 | 0,13 | 0,18 |

Fuente: (Ordenanzas Municipales para la Construcción, 2015)

Para diseños especiales tales como: ascensores panorámicos, ascensores con doble puerta (doble embarque), ascensores inclinados, ascensores con máquinas desplazadas del pozo o elevadores con puertas de apertura lateral, las dimensiones y características deben basar en las especificaciones de cada uno de los fabricantes.

Sección 7ma.
CUBIERTAS, CERRAMIENTOS Y VOLADIZOS

Art. 127.- CUBIERTAS.- La última losa de cubierta de toda edificación debe encauzar las pendientes de descarga de agua lluvia hacia una bajante prevista en la construcción. Si la cubierta es inclinada, debe contar con un sistema periférico de canales para el agua de lluvia y descargarla dentro del predio; no podrá evacuarse hacia los terrenos adyacentes ni al espacio público.

Art. 129.- VOLADIZOS.- Se considera voladizo a todo elemento construido, abierto o cubierto, que sobresalga del plano vertical de la edificación.

En lotes cuya Forma de Ocupación sea Sobre Línea de Fábrica no se permiten voladizos ni balcones, sólo se podrá considerar volumetría de fachada hasta 30 cm. a partir de los 2,50 metros libres sobre el nivel de la acera. Entre bloques, en las fachadas laterales se podrán diseñar balcones sin voladizos; hacia la fachada frontal deberá mantener los 6,00 metros libres entre balcones.

En zonificaciones con retiros frontales se permiten voladizos en una dimensión equivalente al 10% del ancho de la vía y hasta un máximo de tres metros. No se permitirán volados ocupando los retiros laterales y posteriores, a excepción que sean hacia retiros de protección de quebradas, riberas de ríos y espacios verdes públicos, en cuyo caso podrá tener una dimensión máxima de un metro; o constituyan elementos de fachada como aleros, ductos de chimeneas, molduras, protección de ventanas y jardinerías.

MARCO CONCEPTUAL

2.8 Sismo:

Un sismo son sacudidas o movimientos bruscos del terreno, generalmente producidos por disturbios tectónicos (ocasionado por fuerzas que tienen su origen en el interior de la Tierra) o volcánicos (producido por la extrusión de magma hacia la superficie). En ambos casos hay una liberación de energía acumulada que se transmite en forma de ondas elásticas, causando vibraciones y oscilaciones a su paso a través de las rocas sólidas del manto y la litosfera hasta 'arribar' a la superficie terrestre. (AURA EMILIA FERNÁNDEZ, 2013).

2.9 Escala de Richter:

La escala sismológica de Richter, también conocida como escala de magnitud local (ML), es una escala logarítmica arbitraria que mide la magnitud y asigna un número para cuantificar la energía que libera un terremoto, denominada así en honor del sismólogo estadounidense Charles Francis Richter (1900-1985). (Hanks TC, Kanamori H, 2015).

2.10 Escala de Mercalli Modificada:

La escala sismológica de Mercalli es una escala de doce grados desarrollada para evaluar la intensidad de los terremotos a través de los efectos y daños causados a distintas estructuras. Así, la intensidad de un terremoto no está totalmente determinada por su magnitud, sino que se basa en sus consecuencias, empíricamente observadas. Debe su nombre al físico italiano Giuseppe Mercalli. (INSIVUMEH, 2011).

2.11 Placas tectónicas:

Las placas tectónicas son aquellas porciones de litósfera que se ubican debajo de la superficie o de la corteza terrestre del planeta. Son de material rígido y se ubican sobre la astenósfera, una porción del manto terrestre mucho más profundo y complejo. Las placas tectónicas se encuentran encastradas unas contra otras y aunque son rígidas, no están sostenidas más que por la unión de unas con otras, por lo cual su movimiento es permanente y muy evidente o claro en algunas regiones del planeta. En la mayoría de los casos, el movimiento o desplazamiento de las placas tectónicas es milimétrico y no se siente en la vida cotidiana de las sociedades. Cuando estos movimientos se hacen evidentes para el ser humano debemos hablar de fenómenos tales como sismos, terremotos, tsunamis, etc. Muchas veces su movimiento también puede poner en acción a volcanes. (DefiniciónABC, 2007).

2.12 Probabilidad de excedencia:

A veces necesitamos saber qué probabilidad existe de que una crecida alcance o exceda determinada magnitud en un período de tiempo dado, un valor que denominamos probabilidad de ocurrencia o de excedencia. La probabilidad de excedencia se puede formular en términos sencillos como el inverso del período de retorno. (MetEd, 2015).

2.13 Período de retorno:

El período de retorno se define como el intervalo de recurrencia (T), al lapso promedio en años entre la ocurrencia de un evento igual o mayor a una magnitud dada. Este período se considera como el inverso de la probabilidad, del evento de los registros. (SAGARPA, 2015).

2.14 Acero:

Aleación de hierro con pequeñas cantidades de carbono y que adquiere con el temple gran dureza y elasticidad. (DefiniciónABC, 2007).

2.15 Hormigón Armado:

Consiste en la utilización de hormigón o concreto reforzado con barras o mallas de acero, llamadas armaduras. También se puede armar con fibras, tales como fibras plásticas, fibra de vidrio, fibras de acero o combinaciones de barras de acero con fibras dependiendo de los requerimientos a los que estará sometido. El hormigón armado se utiliza en edificios de todo tipo, caminos, puentes, presas, túneles y obras industriales. La utilización de fibras es muy común en la aplicación de hormigón proyectado o shotcrete, especialmente en túneles y obras civiles en general. Las estructuras de hormigón armado están formadas de hormigón, o concreto (cemento portland, arena, piedra y agua) y una armadura metálica formada por varillas redondas de hierro corrugado que se unen entre sí de forma ortogonal las que se colocan de manera reforzada en las partes de la estructura que están expuestas a esfuerzos cortantes debido a que el acero trabaja a flexión y en mucho menor medida donde solo actúan esfuerzos de compresión, ya que en esos casos el que trabaja es el hormigón. (Wikipedia, 2015).

2.16 Armadura principal (o longitudinal):

Aquella requerida para absorber los esfuerzos de tracción en la cara inferior en vigas solicitadas a flexión compuesta, o bien la armadura longitudinal en columnas. (Wikipedia, 2015).

2.17 Armadura secundaria (o transversal):

Toda armadura transversal al eje de la barra. En vigas toma esfuerzos de corte, mantiene las posiciones de la armadura longitudinal cuando el hormigón se encuentra en estado fresco y reduce la longitud efectiva de pandeo de las mismas. (Wikipedia, 2015).

2.18 Estribo:

Armadura abierta o cerrada empleada para resistir esfuerzos de corte en un elemento estructural; por lo general, barras, alambres o malla electrosoldada de alambre (liso o estriado), ya sea sin dobleces o doblados, en forma de L, de U o de formas rectangulares, y situados perpendicularmente o en ángulo, con respecto a la armadura longitudinal. El término estribo se aplica, normalmente, a la armadura transversal de elementos sujetos a flexión y el término amarra a los que están en elementos sujetos a compresión. Ver también Amarra. Cabe señalar que si existen esfuerzos de torsión, el estribo debe ser cerrado. (Wikipedia, 2015).

2.19 Zuncho:

Amarra continua enrollada en forma de hélice cilíndrica empleada en elementos sometidos a esfuerzos de compresión que sirve para confinar la armadura longitudinal de una columna y la porción de las barras dobladas de la viga como anclaje en la columna. El espaciamiento libre entre espirales debe ser uniforme y alineado, no menor a 80 mm ni mayor a 25 mm entre sí. Para elementos hormigonados en obra, el diámetro de los zunchos no debe ser menor que 10 mm. (Wikipedia, 2015).

2.20 Barras de repartición:

En general, son aquellas barras destinadas a mantener el distanciamiento y el adecuado funcionamiento de las barras principales en las losas de hormigón armado. (Wikipedia, 2015).

2.21 Barras de retracción:

Son aquellas barras instaladas en las losas donde la armadura por flexión tiene un solo sentido. Se instalan en ángulo recto con respecto a la armadura principal y se distribuyen uniformemente, con una separación no mayor a 3 veces el espesor de la losa o menor a 50 cm entre sí, con el objeto de reducir y controlar las grietas que se producen debido a la retracción durante el proceso de fraguado del hormigón, y para resistir los esfuerzos generados por los cambios de temperatura. (Wikipedia, 2015).

2.22 Gancho sísmico:

Gancho de un estribo, cerco o traba, con un dobléz de 135° y con una extensión de 6 veces el diámetro (pero no menor a 75 mm) que enlaza la armadura longitudinal y se proyecta hacia el interior del estribo o cerco. (Wikipedia, 2015).

2.23 Traba:

Barra continua con un gancho sísmico en un extremo, y un gancho no menor de 90° , con una extensión mínima de 6 veces el diámetro en el otro extremo. Los ganchos deben enlazar barras longitudinales periféricas. Los ganchos de 90° de dos trabas transversales consecutivas que enlacen las mismas barras longitudinales, deben quedar con los extremos alternados. (Wikipedia, 2015).

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Evaluar de manera general el impacto destructivo del terremoto en la zona

En la ciudad de Manta en la parroquia Tarqui las edificaciones se vieron afectadas por el sismo ocurrido, muchas de ellas colapsaron por errores en el proceso constructivo y un mal diseño; provocando el fallo estructural, ya que se observaron fallas en las vigas, columnas, losas y cimientos, y por otro lado las edificaciones sufrieron daños no estructurales en su mampostería, estructura de aluminio y vidrio, instalaciones sanitaria, instalaciones de agua potable e instalaciones eléctricas.

La evaluación se basa en los daños puntuales, teniendo como resultado los niveles de daños de manera cuantitativa.

Para el desarrollo de la evaluación de la edificación se utilizó el modelo de la **"FICHA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS PARA INSPECCIÓN RÁPIDA DE EDIFICIOS PÚBLICOS"** de la dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile.

Luego de haber ocurrido un sismo en los elementos estructurales hay una gran posibilidad de encontrar:

En las columnas, por corte o torsión:

- Se producen grietas verticales y diagonales.
- Desprendimiento del recubrimiento.

En las columnas; por exceso de esfuerzo flexocompresión:

- Aplastamiento del concreto.
- Pandeo de las barras longitudinales.

En las vigas:

- Fractura del refuerzo longitudinal.
- Fractura de los estribos debido al corte o torsión.
- Grietas verticales y diagonales.
- Aplastamiento del concreto por flexión.

En las conexiones o nudos:

- Debido al corte se producen grietas diagonales.
- Fallas debido a la adherencia del concreto.
- Fallas por anclaje del refuerzo longitudinal.


En las losas:

- Grietas debido al punzonamiento alrededor de la columna.
- Debido a las flexiones grietas longitudinales.

En la mampostería:

- Debido al corte se producen grietas diagonales.
- Desprendimiento.

3.2 Evaluación de la edificación



Ministerio de Obras
Públicas
Gobierno de Chile

PARA INSPECCION RAPIDA DE EDIFICIOS PUBLICOS

Versión 2 | Abril 2014

SUBDPTO. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN
DIVISIÓN EDIFICACIÓN PÚBLICA.
DIRECCION DE ARQUITECTURA | MOP

1. ALCANCE

La ficha de inspección rápida es un documento adaptado y actualizado de la versión japonesa, con el fin de evaluar un inmueble para la seguridad de las personas tanto al interior como en las inmediaciones, orientado fuertemente a su desempeño frente a réplicas desde el punto de vista de la seguridad de uso del mismo. Debe ser usada por profesionales del área de la Construcción.

2. IDENTIFICACIÓN DEL INSPECTOR

Nº Serie: 0001 Fecha de Inspección: 09 - Junio - 2017 Hora de Inspección: 12:40 PM.
 Nombre del Evaluador: Alfonso Bustamante, Edison Susinivas Firma: _____
 Institución a la que pertenece: UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE Profesión: _____

3. IDENTIFICACIÓN DEL INMUEBLE

Región: LOSA Provincia: MANABI Comuna: _____ Localidad: MANTA.
 Nombre del Edificio: HOTEL LAS ROCAS Dirección (O coord. UTM) CALLE 101 y AVENIDA 106.
 Sector: TARQUI Uso o Tipo de Edificio: HOTEL.

Ho: Hospital; MI: Ministerio; CA: Cárcel; CC: Centro Cultural; ES: Estadio; GI: Gimnasio; IG: Iglesia; MU: Municipio; IN: Intendencia; GO: Gobernación; SE: Seremi; FI: Fiscalía; DE: Defensoría; PO: Posta; CO: Consultorio; ESC: Escuela; LI: Liceo; JI: Jardín Infantil; SC: Sala Cuna; RE: Reten; TE: Tenencia; COM: Comisaría; PRE: Prefectura; EP: Edificio Público; O: Otros (Indicar Tipo)

Nº de pisos 6 Nº de subterráneos 0 Superficie 20,67 m x 28,35 = 585,99 m²

4. SISTEMA ESTRUCTURAL. Marque con X o un ticket en el círculo correspondiente

| <input checked="" type="radio"/> Hormigón Armado | <input type="radio"/> Albañilería | | <input type="radio"/> Acero | | <input type="radio"/> Madera |
|--|------------------------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|--|
| Estructura | Estructura | Tipo de Bloques | Estructura | Uniones | Estructura |
| <input type="radio"/> Marcos | <input type="radio"/> Simple | <input type="radio"/> Fiscal | <input type="radio"/> Marcos Arriostrados | <input type="radio"/> Soldadas | <input type="radio"/> Marcos de Madera |
| <input type="radio"/> Muros | <input type="radio"/> Confinada | <input type="radio"/> Cerámico | <input type="radio"/> Marcos Rígidos | <input type="radio"/> Apernadas | <input type="radio"/> Muros de Madera |
| <input checked="" type="radio"/> Mixtos | <input type="radio"/> Armada | <input type="radio"/> Hormigón | | <input type="radio"/> Mixto | <input type="radio"/> Quincha |
| | <input type="radio"/> Contrafuerte | <input type="radio"/> Adobe | | | |
| | | <input type="radio"/> Piedra | | | |
| | | <input type="radio"/> Otro | | | |

5. INSPECCIÓN GENERAL. Método de Inspección del inmueble.

Inspección sólo exterior Inspección exterior y visual interior, indicar pisos 1 al 5to

INSPECCIÓN 1. Inspección General de todo el Inmueble.

Aquí se juzga el daño a primera vista normalmente del exterior. Si el inmueble es obviamente inseguro por el daño observado, marque la alternativa apropiada, sáltese las inspecciones 2 y 3, clasifique la edificación como INSEGURA en el resumen final.

| CATEGORÍA | A | B | C |
|--|-------------------------------------|---|---|
| a) Colapso Total o Parcial | <input checked="" type="radio"/> No | ----- | <input type="radio"/> Si |
| b) Daño producto de Edificaciones Adyacentes o Falla del Suelo Colindante | <input type="radio"/> No | <input type="radio"/> Incierto | <input checked="" type="radio"/> Si |
| c) Asentamiento del Edificio debido a Falla del Suelo | <input type="radio"/> < 0,2 m | <input type="radio"/> Entre 0,2 y 1,0 m | <input type="radio"/> > 1,0 m |
| d) Inclinación del Edificio completo o una parte debido a Asentamiento Diferencial | <input type="radio"/> < 1/60 rad | <input type="radio"/> Entre 1/60 y 1/30 rad (asentamiento indicado) | <input type="radio"/> > 1/30 rad (fácil de notar) |

6. INSPECCIÓN ESPECÍFICA.

INSPECCIÓN 2. Peligro de Daño a Edificaciones adyacentes, Terreno colindante y Segmentos estructurales.

- A. Inspeccionar el piso más seriamente dañado, hacer un dibujo de la planta, contar las columnas y muros dañados y llenar la tabla que sigue.
- B. Si no se encuentra daño serio en los muros o en las columnas, pero si en algunas vigas y/o uniones vigas-columnas, arriba o debajo de la columna (o muro), tomar en cuenta el daño como de la columna (o muro).

Memoria de Cálculo de Daño Estructural. Contabilice el daño por rango y tipo de elemento estructural.

| ELEMENTOS | RANGO DE DAÑO | | | | | Total Elementos Revisados |
|---------------------|---------------|-----------|----------------|-------------|------------|---------------------------|
| | Ninguno (I) | Leve (II) | Moderado (III) | Fuerte (IV) | Severo (V) | |
| Columnas | | | / | | | |
| Muros | | | | | | |
| Vigas | | | / | | | |
| Uniones o Nudos | | / | | | | |
| Uniones Soldadas | / | | | | | |
| Uniones Apemadas | / | | | | | |
| Losas | | | / | | | |
| Entrepiso de Madera | / | | | | | |
| Techumbre | | | | | | |
| TOTAL RANGO | | | | | | |

Daño Estructural

| CATEGORÍA | A | B | C |
|------------------------------------|--|--|--|
| Daño a las Columnas | | | |
| e1) Porcentaje de Daño IV o V | <input checked="" type="radio"/> < 1/100 (1%) | <input type="radio"/> 1/100-1/10 (1% -10%) | <input type="radio"/> > 1/10 (10%) |
| e2) Razón del Daño III | <input checked="" type="radio"/> < 1/8 (12.5%) | <input type="radio"/> 1/8 -1/4 (12.5% - 25%) | <input type="radio"/> > ¼ (25%) |
| Daño de Muros Estructurales | | | |
| e3) Porcentaje de Daño IV o V | <input type="radio"/> < 1/100 (1%) | <input type="radio"/> 1/100-1/10 (1% -10%) | <input type="radio"/> > 1/10 (10%) |
| e4) Razón del Daño III | <input type="radio"/> < 1/8 (12.5%) | <input type="radio"/> 1/8 -1/4 (12.5% - 25%) | <input type="radio"/> > ¼ (25%) |
| Seguridad Estructural | <input type="radio"/> INSPECCIONADO (Sólo A) | <input type="radio"/> INGRESO LIMITADO (B ≥ 1 y C = 0) | <input type="radio"/> INSEGURO (B ≥ 2 o C ≥ 1) |

INSPECCIÓN 3. Peligros de elementos que puedan caer y/o volcarse

Daños No Estructurales.

| CATEGORÍA | A | B | C |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---|---|
| f) Marco y vidrio de ventana | <input type="radio"/> Sin o poco daño | <input checked="" type="radio"/> Deformación visible y/o grietas | <input type="radio"/> Peligro de caída |
| g) Terminaciones Exteriores | <input type="radio"/> Sin daños | <input type="radio"/> Grietas leves | <input checked="" type="radio"/> Grietas significativas |
| h) Terminaciones Interiores | <input type="radio"/> Sin daños | <input type="radio"/> Grietas leves | <input checked="" type="radio"/> Grietas significativas |
| i) Cielos Falsos | <input type="radio"/> Sin daños | <input type="radio"/> Se observa daño | <input checked="" type="radio"/> Peligro de Caída |
| j) Ductos de Ventilación | <input type="radio"/> Sin daños | <input type="radio"/> Se observa daño | <input checked="" type="radio"/> Peligro de Caída |
| k) Escaleras | <input type="radio"/> Sin o poco daño | <input type="radio"/> Gran cantidad de grietas pero las barras de refuerzo están ancladas | <input checked="" type="radio"/> Inclinación / separación de los elementos con que se conecta, barras de anclaje separadas del elemento |
| l) Muros no estructurales con marco | <input type="radio"/> Sin o poco daño | <input checked="" type="radio"/> Se observan grietas sin deformación fuera del plano | <input type="radio"/> Grietas extensas interconectadas, o deformación fuera del |

| | | | |
|---|--|---|---|
| m) Muros no estructurales sin marco | <input type="radio"/> Sin daños | <input checked="" type="radio"/> Grietas leves | <input type="radio"/> Grietas de corte |
| n) Estanques, Antenas, Balcones, Letreros, Maquinaria, etc. | <input type="radio"/> Sin inclinación | <input type="radio"/> Un poco inclinado | <input checked="" type="radio"/> Peligro de caída |
| o) Cubierta de Techo | <input type="radio"/> Sin daño | <input checked="" type="radio"/> Algún daño observado pero no hay peligro de caída de objetos | <input type="radio"/> Inclinación, deformación o separación perceptible del piso superior |
| p) Lampistería | <input type="radio"/> Sin daño | <input type="radio"/> Algún daño observado pero no hay peligro de caída de objetos | <input type="radio"/> Peligro de caída |
| q1) Bienes Muebles 1 _____ | <input type="radio"/> Sin inclinación | <input type="radio"/> Un poco inclinado | <input type="radio"/> Peligro de caída |
| q2) Bienes Muebles 2 _____ | <input type="radio"/> Sin inclinación | <input type="radio"/> Un poco inclinado | <input type="radio"/> Peligro de caída |
| q3) Bienes Muebles 3 _____ | <input type="radio"/> Sin inclinación | <input type="radio"/> Un poco inclinado | <input type="radio"/> Peligro de caída |
| r) Otro(s) Peligros(s) | <input type="radio"/> Sin daños | <input type="radio"/> Se observa daño | <input type="radio"/> Peligro para la vida |
| Seguridad No Estructural | <input type="radio"/> INSPECCIONADO (Sólo A) | <input checked="" type="radio"/> INGRESO LIMITADO (B ≥ 1 y C = 0) | <input type="radio"/> INSEGURO (B ≥ 2 o C ≥ 1) |

Bienes Muebles (Patrimonio) considera: Ar. Archivos, Al: Altar, P: Púlpito, AT: Arco Toral, C: Confesionario, I: Imágenes, B: Butacas o Asientos, In: Incensario, R: Retablos, IM. Instrumentos Musicales, OA. Obra de Arte (cuadros, esculturas, entre otros), V: Vitrinas, O: Otros (Indicar Tipo). Máximo tres tipos a declarar en caso de ser menos muebles las otras filas no se consideran.

| | | | |
|------------|-----|-----|-----|
| Suma Total | A = | B = | C = |
|------------|-----|-----|-----|

7. RESUMEN

EVALUACIÓN FINAL DEL EDIFICIO. Juicio de Seguridad del Inmueble

| | | |
|--|---|--|
| <input type="radio"/> INSPECCIONADO (Sólo A) | <input checked="" type="radio"/> INGRESO LIMITADO (B ≥ 1 y C = 0) | <input type="radio"/> INSEGURO (B ≥ 2 o C ≥ 1) |
|--|---|--|

8. RECOMENDACIONES INICIALES

| ACCION RECOMENDADA | DETALLAR CON COORDENADAS LUGAR(ES) ESPECIFICO(S) | ESTIMACIÓN VISUAL DEL AREA DE INTERVENCIÓN |
|---|--|--|
| <input type="radio"/> Apuntalar | | |
| <input type="radio"/> Alzaprimar | | |
| <input checked="" type="radio"/> Remover Objetos Peligrosos | <i>Planchas del Edificio</i> | |
| <input type="radio"/> Acondonar | | |
| <input checked="" type="radio"/> Protección de Fachada de Lluvia o Intemperie | <i>Fachada Frontal Fachada lateral</i> | |
| <input type="radio"/> Otras | | |

9. CROQUIS PLANTA CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES RESISTENTES.

3.3 Estudio de campo para conocer los daños de la edificación en la zona

La edificación evaluada presenta los siguientes daños producidos por el sismo.

Estructurales:

- Falla en conexión viga-columna.
- Desprendimiento de estructura en conexión escalera-viga.
- Desprendimiento en viga de tercera planta por golpe por impacto al colapsar la estructura vecina.
- Corrosión de acero de refuerzo longitudinal y transversal en columna central de la tercera planta.

No estructurales:

- Colapso de mampostería.
- Colapso de tumbado falso.
- Colapso de ducto de aire acondicionado.
- Ruptura de tuberías de aguas servidas y agua potable.
- Ruptura de tuberías de instalaciones eléctrica.
- Levantamiento de revestimiento de piso.
- Colapso de estructuras de aluminio y vidrio.

3.4 Análisis de daños estructurales y no estructurales en edificaciones



Pared de planta baja daño en la mampostería, debido al uso de ladrillo acostado de 20cm x 40cm y espesor de 9cm, también se visualizó que esta pared tenía chicotes de varilla lisa de 5.5mm espaciado cada 50cm.



Desprendimiento de la conexión escalera-columna se visualizó que no había amarres y los chicotes eran demasiado cortos con una longitud de 30 cm, el armado de la estructura de la escalera contenía varillas lisas y corrugadas de $\varnothing 10$ mm.



En las paredes de todas las plantas del Hotel se visualizó que los chicotes son de varilla lisa de \varnothing 5.5mm y eran muy cortos en las paredes internas son de 32 cm y en las perimetrales de 40 cm y toda la mampostería utilizaron un pegado de ladrillo acostado.



Daño en columna de 25 cm x 25 cm en estructura del ascensor, se determinó que la armadura de acero estaba compuesta de varillas corrugada de \varnothing 10 mm longitudinales y estribos de varilla lisa de 4.5mm espaciada cada 30 cm y no poseían ganchos.



Desprendimiento de revestimiento de 15 cm en columnas por uso de bajantes de AASS y por no utilizar malla alrededor de tuberías ya que la superficie en tuberías de PVC es lisa.



Daño estructural en la viga de amarre de la losa del tercer piso, fue ocasionado por el colapso de la edificación colindante.



Fractura de hormigón y desprendimiento en la conexión viga columna, debido a que por la conexión pasa una bajante de aguas servidas de 4".



Colapso de mampostería de ladrillo en divisiones interiores, presentan chicotes de varillas lisa de \varnothing 4.5 mm con una longitud de 30 cm.



Corrosión en varillas longitudinales y estribos en columna central del tercer piso, no cumple con el recubrimiento de hormigón establecido por la norma NEC 2015.



Daño parcial en el recubrimiento de hormigón en cartela por colapso de edificación vecina.



Colapso de volado en la edificación en el primer y segundo piso, por falta de refuerzo de varilla \varnothing 12 mm porque le distribuyeron el refuerzo cada 30 cm.



Mala distribución del acero longitudinal y transversal, el dimensionamiento de la columna es excesivo, su dimensionamiento es de 60cm x 60cm y se encuentra ubicada en la último piso.



Desprendimiento de la capa de revestimiento en piso de todas las plantas de la edificación.

3.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El proyecto se considera evaluatorio para conocer los daños ocasionados por las cargas accidentales en este caso los sismos; analítico para el estudio y experimental con la obtención de datos para el desarrollo de la investigación.

3.6 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación de enfoque evaluativo; en el que se desarrolla el criterio analítico y descriptivo a partir de los elementos que integran el proyecto.

3.7 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se empleará la técnica evaluatorio a partir de información particular de la zona y analítica para el desarrollo del proyecto.

3.8 Rehabilitación de estructuras

Para la rehabilitación de edificaciones que sufrieron daños ocasionados por un sismo, deben ser previamente evaluadas para luego considerar un diseño de rehabilitación con el fin de mejorar el desempeño sísmico de dicha estructura.

La evaluación del riesgo sísmico en edificaciones; consiste en la valorización de las pérdidas materiales.

Para llevar a cabo el desarrollo de una rehabilitación se debe elaborar un proceso en el cual se defina las etapas de intervención.

Las mismas que mencionaremos a continuación:

- ✓ Definir el objetivo de rehabilitación
- ✓ Recolección de la información
- ✓ Estrategias de rehabilitación
- ✓ Diseño de rehabilitación

3.8.1 Definición del objetivo de la rehabilitación

Se debe tomar en cuenta los niveles de desempeño siendo estos estructurales y no estructurales, para esto necesita clasificarlos mediante la siguiente tabla:

Tabla N° 11. Control de daño y nivel de desempeño para edificios

| | Nivel de Prevención al Colapso (5-E) | Nivel de Seguridad de Vida (5-E) | Nivel de Ocupación Inmediata (1-B) | Nivel Operacional (1-A) |
|-------------------------------------|--|--|---|--|
| Daño Global General | Severo Pequeña resistencia y rigidez residual, pero columnas y muros cargadores funcionando. Grandes derivadas permanentes. Algunas salidas bloqueadas. Parapetos no asegurados que han fallado o tienen alguna falla incipiente. El edificio está cerca del colapso | Moderado Algo de resistencia y rigidez residual ha quedado en todos los pisos. Elementos que soportan cargas gravitacionales aún funcionando. Fallas en muros dentro de su plano o parapetos inclinados. Algo de deriva permanente. Daño en paredes divisoras. El edificio se mantiene económicamente reparable. | Ligero No hay deriva permanente. La estructura aún mantiene resistencia y rigidez originales. Fisuras menores en fachadas, paredes divisoras, cielos razos así como en elementos estructurales. Los ascensores aún pueden ser encendidos. Sistemas contra incendios aun operable. | Muy Ligero No hay deriva permanente. La estructura aún mantiene la resistencia y rigidez originales. Fisuras menores en fachadas, paredes divisoras, y cielos razos así como en elementos estructurales. Todos los sistemas importantes para una operación normal están en funcionamiento. |
| Componentes No estructurales | Daño severo | Peligro de caída de objetos mitigado pero bastante daño en sistemas: arquitectónicos, mecánico y eléctrico. | Equipos y contenido están seguros de manera general, pero algunos no operan debido a fallas mecánicas o falta de utilidad. | Ocurre daño insignificante. La energía eléctrica y otros servicios están disponibles, posiblemente por servicios de reserva. |

Fuente: (NEC, 2015)

Una vez descrito los niveles de desempeño; teniendo en cuenta la evaluación y rehabilitación de la edificación, también se deben tomar en consideración los niveles de amenaza sísmica los cuales corresponden a las probabilidades de excedencia según nos indica la siguiente tabla:

Tabla N° 12. Niveles de amenaza sísmica

| Probabilidad de excedencia en 50 años | Período de retorno Tr (años) | Tasa de excedencia (1/Tr) |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| 2% | 2500 | 0.00040 |
| 10% | 475 | 0.00211 |
| 20% | 225 | 0.00444 |
| 50% | 72 | 0.01389 |

Fuente: (NEC, 2015)

La definición del objetivo de la rehabilitación se basa en los niveles de daño estructural y no estructural que alcanza la edificación cuando distintos sismos de probabilidades de excedencia o periodos de retornos impactan sobre ella.

3.8.2 Recolección de la información

La información se la obtiene en sitio donde se encuentra la edificación, la misma que debe abarcar toda el área, investigando el daño de toda la edificación teniendo los detalles suficientes que ayuden a identificar y clasificar a los componentes principales, secundarios y a los no estructurales.

3.8.3 Estrategias de rehabilitación

Una vez determinada la estrategia de rehabilitación, se debe comenzar con la implementación de medidas de rehabilitación, siendo estos objetivos la solución de deficiencias identificadas.

Las estrategias se las considera como medidas de rehabilitación, para determinar el método a implementar:

- ✓ Remoción y reducción de irregularidades
- ✓ Modificación específica de los componentes
- ✓ Incremento de la inercia, específico o global de la estructura
- ✓ Incremento de la resistencia, específico o global de la estructura

3.8.4 Diseño de la rehabilitación

El diseño puede constar:

- Reparación de los elementos estructurales dañados parcialmente.
- Elementos nuevos que se arrostran a la estructura.
- Elementos nuevos no estructurales que colapsaron

Tomando en cuenta que se debe realizar una memoria para la rehabilitación, donde se debe incluir:

- a. La descripción de la estructura.
- b. Su diseño estructural.
- c. Las deficiencias encontradas en el periodo de evaluación.
- d. Las estrategias de rehabilitación que se van a aplicar.

3.9 Método de reparación y rehabilitación

Los reforzamientos en las estructuras están encaminados para aumentar la capacidad de carga y la capacidad de servicio de una estructura específica, las mismas que se realizan cuando existen errores en los diseños, construir con una mano de obra no calificada en el proceso constructivo y por eventos accidentales

tales como los sismos los mismos que se presentan de diferentes magnitudes e intensidades ocasionando diferentes tipos de daños.

Se procederá a reparar y rehabilitar por:

- Diseño inadecuado.
- Defectos y errores en la construcción.
- Daños estructurales producidos por sismos.

3.9.1 Reparación en edificaciones

Se considera que la estructura que han sido dañadas por efecto del sismo debe evaluarse y repararse de tal forma que se pueda corregir los defectos estructurales que provocaron las fallas, según los objetivos del diseño sismo resistente recuperando la capacidad de resistir un nuevo evento sísmico de diferentes magnitudes e intensidades.

3.9.2 Método de reforzamiento estructural

3.9.2.1 Para incrementar la resistencia y/o la rigidez de la estructura se debe realizar:

- Pantallas en concreto reforzado

Están constituidas por hormigón con refuerzo de barras o mallas de acero, se las utiliza en forma de bloques o paneles, el mismo que ha demostrado poseer una buena resistencia al corte y ante los eventos accidentales como los sismos.

➤ Encamisado en concreto reforzado

Se considera que cuando el refuerzo de un elemento estructural se lo vaya a realizar mediante un encamisado con hormigón armado, se debe preparar la superficie del elemento siendo una columna o una viga para garantizar una buena adherencia entre el concreto viejo y el nuevo usando aditivos en la mezcla del hormigón, además de evitar que se fisure por contracciones volumétricas durante el respectivo fraguado.

➤ Encamisado metálico

Para los refuerzos metálicos se pueden emplear para pilares y vigas de hormigón, siendo un proceso complicado, se considera que antes de realizar el refuerzo se debe analizar la entrada de la carga del refuerzo y la resolución de los nudos del piso.

Si no se puede conectar el refuerzo al elemento original deberá llevarse hasta la cimentación y deben colocarse placas de asiento en cada piso para asegurar su continuidad.

➤ Arrostramiento metálico

Se los conoce también como anclaje funicular, se consideran elementos estáticos y provisionales o definitivos dependiendo el daño que tiene la estructura, ya que ayudan a la contención, de ser provisionales se los retira una vez reparada la estructura, se consideran definitivos cuando se los integra a los pórticos y se pierden en la mampostería de la estructura.

➤ Platinas metálicas

Son fajas de acero que se adhieren a la estructura que lo requiere por medio de pernos de anclaje. Ya que las mismas ayudan a transmitir las fuerzas de corte de la viga a la losa en compresión según sea el caso.

➤ Adición de perfiles metálicos

La adición de perfiles metálicos básicamente consiste en añadir un perfil de acero, que trabajara en conjunto con la estructura de hormigón existente para una adecuada transmisión de cargas, el perfil puede ser soldado, con pernos de anclajes, resina epóxica. Los perfiles de acero son empleados en el refuerzo de vigas, columnas y cimientos.

3.9.2.2 Para modificar la capacidad de respuesta de la estructura se necesita de:

- Aislamiento sísmico

Consiste en aislar la estructura del suelo por medio de elementos estructurales capaces de reducir el efecto de los sismos, estos elementos estructurales son dispositivos que absorben mediante deformaciones elevadas la energía de un sismo transmite a la estructura. Al utilizar estos elementos, la estructura sufre un cambio en la forma como se mueve durante un sismo y una reducción importante de las fuerzas que actúan sobre ella durante un sismo. (Yagual, 2014).

- Disipadores de energía

Se basa en la idea de colocar en la estructura dispositivos destinados a aumentar la capacidad de perder energía de una estructura durante un sismo. Toda estructura disipa o elimina la energía de un sismo mediante deformaciones. Al colocar un dispositivo de disipación de energía en la estructura, estos van a experimentar fuertes deformaciones con los movimientos de la estructura durante un sismo, disipando la energía y una reducción en las deformaciones de la estructura. (Yagual, 2014).

3.10 Distribución de carga; gravedad y sismo

3.10.1 Carga gravedad

Tabla N° 13. Cálculo de la cargas

| CÁLCULO DE LA CARGAS | | | |
|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| L | L/21 | 0.32 | |
| 6.74 | | | |
| | H= | 0.35 | |
| PESO PROPIO | | | |
| capa de compresión | L*L*h*2400 | 0,05*2400*1*1= | 120.00 |
| nervios | L*L*h*2400 | 2u*h*1*2400= | 144.00 |
| cajoneta | L*L*h*2400 | 2u*0,40*h*1*750= | 180.00 |
| | | | P.P 444.00 |
| CARGA VIVA | | | |
| 250.00 kg/m2 | PISO | | |
| 110.00 kg/m2 | CUBIERTA | | |
| LOSA DE PISO | | | |
| P.P. | 444.00 | | |
| Paredes | 180.00 | | |
| Piso | 100.00 | | |
| Tumbado | 25.00 | | |
| enlucido | 40.00 | | |
| CM | 789.00 | | |
| Wu=1,4Cm +1,7Cv | kg/m2 | Peso de la cubierta por m2 | |
| 1291.60 | PESO ULTIMO DE CUBIERTA | | |
| Wu nervio=0.5 Wu | 645.80 | PESO ULTIMO | |
| AREA TRIBUTARIA | | | |
| 42.60 m2 | | | |
| Wu=1,4Cm +1,7Cv | kg/m2 | Peso de la losa por m ² | |
| 1529.60 | PESO ULTIMO DE LOSA | | |
| Wu nervio=0.5 Wu | 764.80 | PESO ULTIMO | |

Fuente y Elaborado: Autores

3.10.1.1 Área tributaria

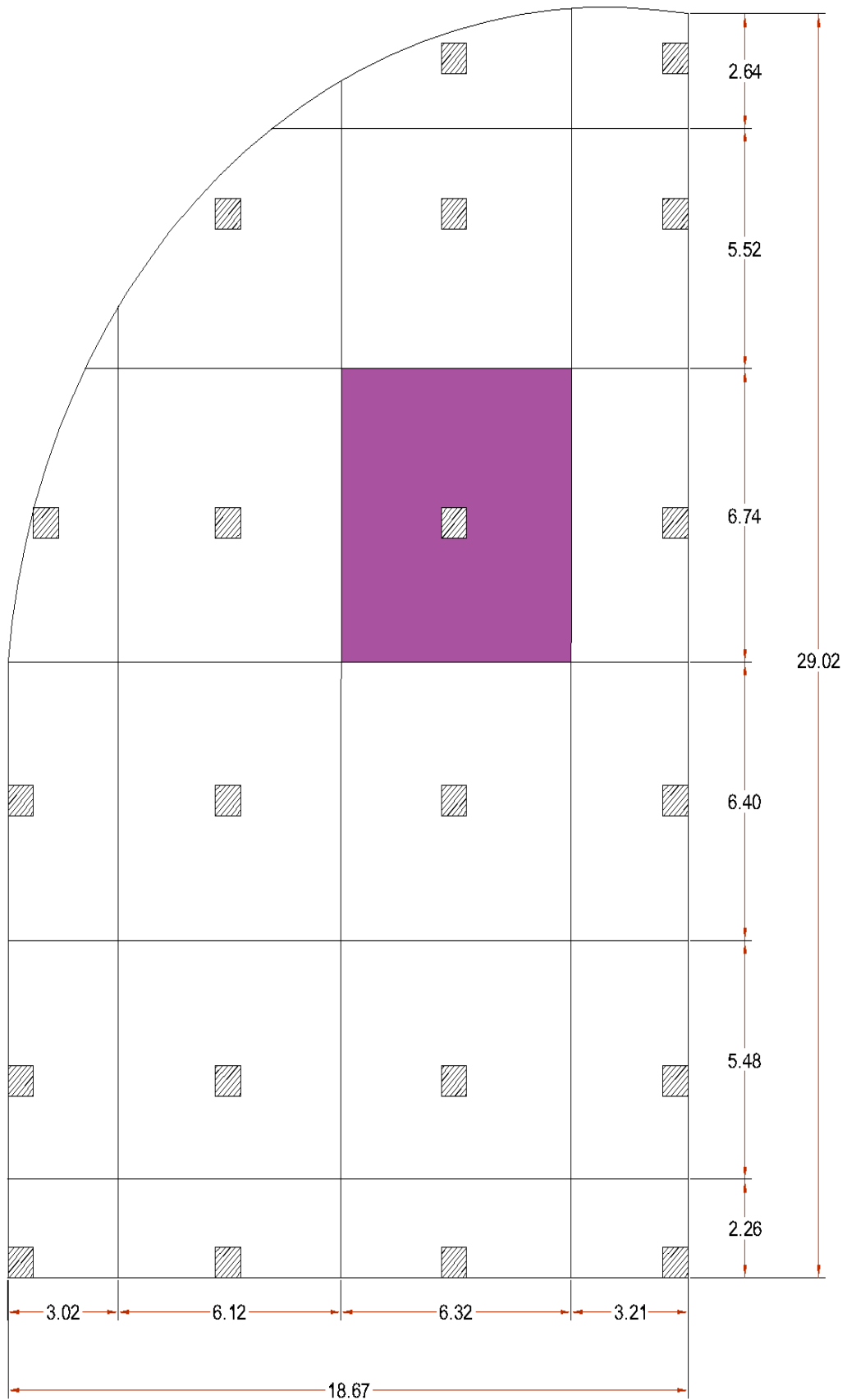


Tabla N° 14. Peso de los pilares

| PESO DE LOS PILARES | | | | | | | |
|---------------------|----------|----------|----------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------|--|
| | Z. pilar | B. pilar | H. pilar | Hormigón (kg/m ²) | Peso del pilar (kg/m ²) | Nº Columnas | P. total de pilares (kg/m ²) |
| PILAR 5TO | 0.30 | 0.30 | 3.00 | 2400.00 | 648.00 | 18.00 | 11664.00 |
| PILAR 4TO | 0.30 | 0.30 | 3.00 | 2400.00 | 648.00 | 21.00 | 13608.00 |
| PILAR 3ER | 0.40 | 0.40 | 3.00 | 2400.00 | 1152.00 | 21.00 | 24192.00 |
| PILAR 2DO | 0.50 | 0.50 | 3.00 | 2400.00 | 1800.00 | 21.00 | 37800.00 |
| PILAR 1ER | 0.60 | 0.60 | 3.00 | 2400.00 | 2592.00 | 21.00 | 54432.00 |
| PILAR PB | 0.70 | 0.70 | 3.00 | 2400.00 | 3528.00 | 21.00 | 74088.00 |

Fuente y Elaborado: Autores

Tabla N° 15. Bajada de cargas (kg/m²)

| BAJADA DE CARGAS (Kg/m ²) | | | | | | |
|---------------------------------------|--|-----------------|---------|----------|------|-----------------|
| WU CUBIERTA | | 645.80 | X 18.00 | 11624.40 | 0.70 | 8137.08 |
| WU LOSA | | 764.80 | x 21 | 16060.80 | 0.70 | 11242.56 |
| CUBIERTA | | 8137.08 | | | | |
| PILAR | | 648.00 | | | | |
| | | 8785.08 | | | | |
| LOSA 1 | | 11242.56 | | | | |
| PILAR | | 648.00 | | | | |
| | | 20675.64 | | | | |
| LOSA 2 | | 11242.56 | | | | |
| PILAR | | 1152.00 | | | | |
| | | 33070.20 | | | | |
| LOSA 3 | | 11242.56 | | | | |
| PILAR | | 1800.00 | | | | |
| | | 46112.76 | | | | |
| LOSA 4 | | 11242.56 | | | | |
| PILAR | | 2592.00 | | | | |
| | | 59947.32 | | | | |
| LOSA 5 | | 11242.56 | | | | |
| PILAR | | 3528.00 | | | | |
| | | 74717.88 | | | | |
| CIMIENTO | | | | | | |

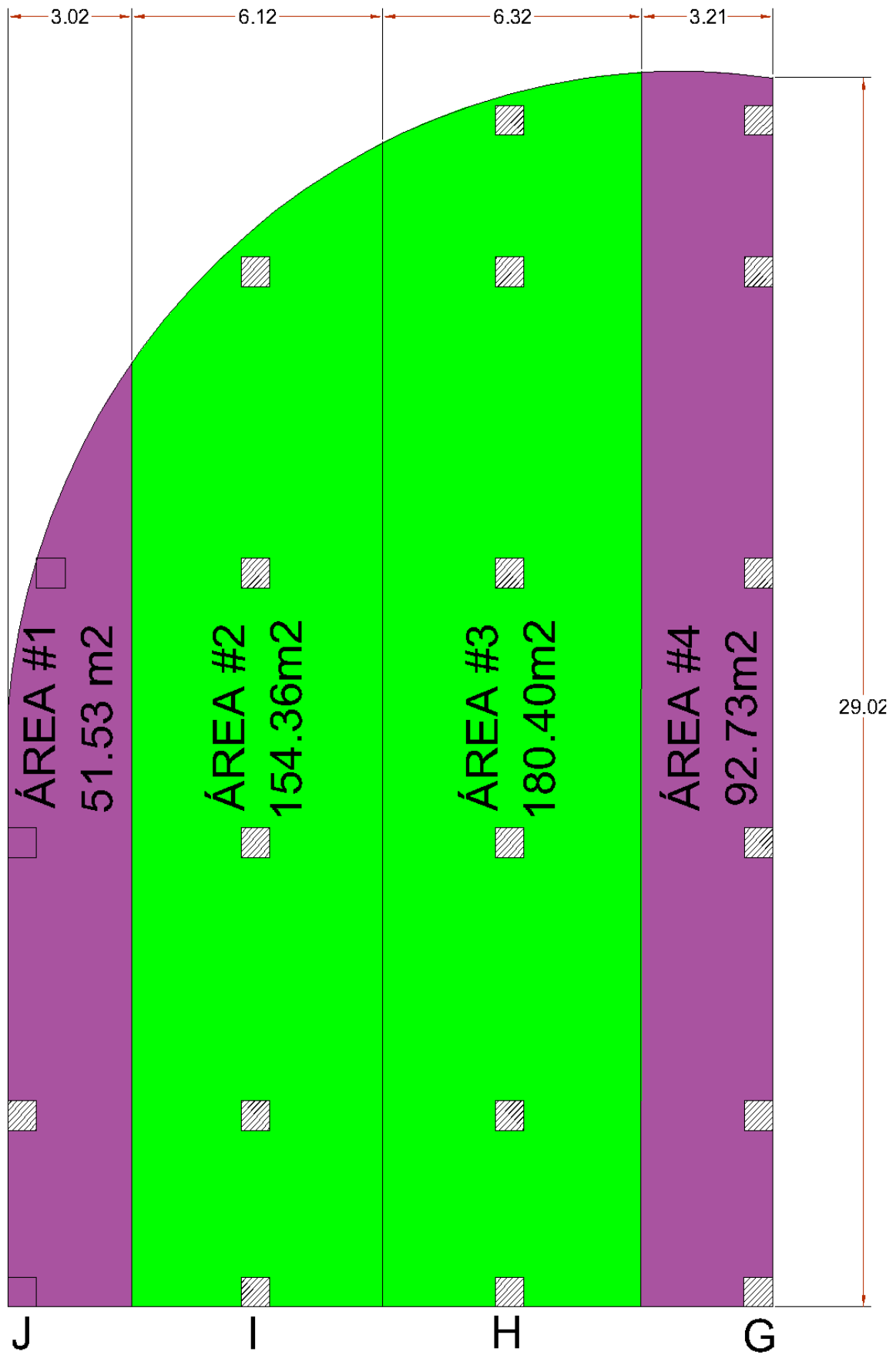
Fuente y Elaborado: Autores

Tabla N° 16. Peso de losa por área (kg/m²)

| PESO DE LOSA POR ÁREA (Kg/m ²) | | | |
|--|------------------|---------------|------------------|
| | AREA LOSA | 485.00 | |
| Peso de cubierta= | 645.80 | 485.00 | 313213.00 |
| Peso de losa= | 764.80 | 485.00 | 370928.00 |
| PESO DE LOSA MAS PESO DE PILARES | | | |
| CUBIERTA | 313213.00 | | |
| PILARES | 11664.00 | 324877.00 | |
| LOSA 4 | 370928.00 | | |
| PILARES | 13608.00 | 384536.00 | |
| LOSA 3 | 370928.00 | | |
| PILARES | 24192.00 | 395120.00 | |
| LOSA 2 | 370928.00 | | |
| PILARES | 37800.00 | 408728.00 | |
| LOSA 1 | 370928.00 | | |
| PILARES | 54432.00 | 425360.00 | |
| LOSA PB | 370928.00 | | |
| PILARES | 74088.00 | 445016.00 | |

Fuente y Elaborado: Autores

3.10.1.2 Áreas de Bandas Soportes y Bandas Pilares



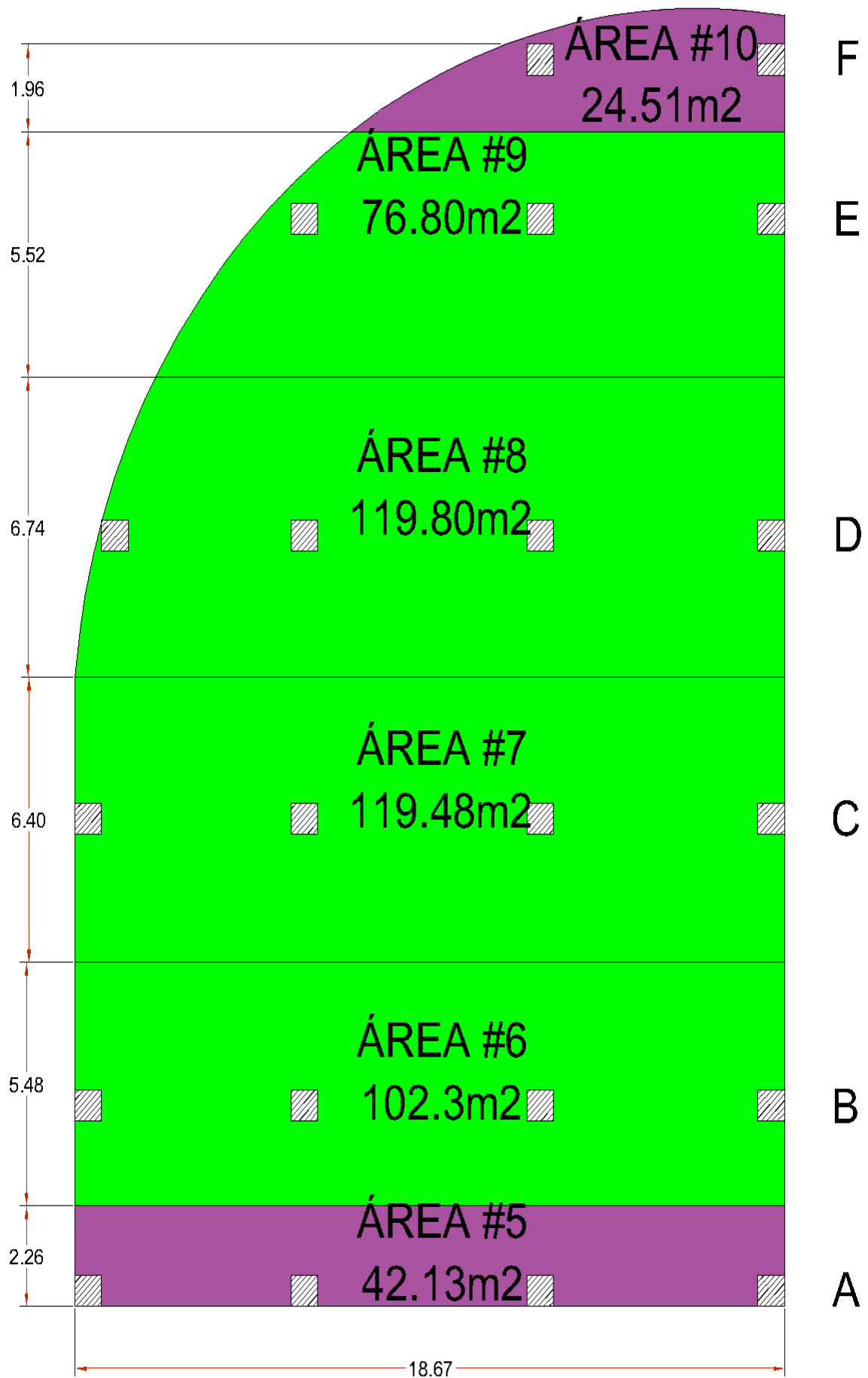


Tabla N° 17. Reparto de carga por banda carga muerta (kg/m2)

| REPARTO DE CARGA POR BANDA CARGA MUERTA (Kg/m2) | | | | | | | | | | |
|---|-------|--------------------|------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Banda Soporte | | Área *Wu nervio | 25% | Pórticos | 30% | 45% | 45% | 45% | 45% | 50% |
| Área 1 | 51.5 | 39410.1 | 9852.5 | J | 2955.8 | 4433.6 | 4433.6 | 4433.6 | 4433.6 | 4926.3 |
| Área 4 | 92.7 | 70919.9 | 17730.0 | G | 5319.0 | 7978.5 | 7978.5 | 7978.5 | 7978.5 | 8865.0 |
| Área 5 | 42.1 | 32221.0 | 8055.3 | A | 2416.6 | 3624.9 | 3624.9 | 3624.9 | 3624.9 | 4027.6 |
| Área 10 | 24.5 | 18745.2 | 4686.3 | F | 1405.9 | 2108.8 | 2108.8 | 2108.8 | 2108.8 | 2343.2 |
| Banda Pilares | | | 80% | | | | | | | |
| Área 2 | 154.4 | 118054.5 | 94443.6 | I | 28333.1 | 42499.6 | 42499.6 | 42499.6 | 42499.6 | 47221.8 |
| Área 3 | 180.4 | 137969.9 | 110375.9 | H | 33112.8 | 49669.2 | 49669.2 | 49669.2 | 49669.2 | 55188.0 |
| Área 6 | 102.3 | 78239.0 | 62591.2 | B | 18777.4 | 28166.1 | 28166.1 | 28166.1 | 28166.1 | 31295.6 |
| Área 7 | 119.5 | 91378.3 | 73102.6 | C | 21930.8 | 32896.2 | 32896.2 | 32896.2 | 32896.2 | 36551.3 |
| Área 8 | 119.8 | 91623.0 | 73298.4 | D | 21989.5 | 32984.3 | 32984.3 | 32984.3 | 32984.3 | 36649.2 |
| Área 9 | 76.8 | 58736.6 | 46989.3 | E | 14096.8 | 21145.2 | 21145.2 | 21145.2 | 21145.2 | 23494.7 |

Fuente y Elaborado: Autores

Tabla N° 18. Reparto de carga viva (kg/m2)

| REPARTO DE CARGA VIVA (Kg/m2) | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|------------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Banda Soporte | | CARGA | Pórticos | 30% | 45% | 45% | 45% | 45% | 45% | 50% |
| Área 1 | 51.5 | 250.0 | J | 75.0 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 125.0 |
| Área 4 | 92.7 | 250.0 | G | 75.0 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 125.0 |
| Área 5 | 42.1 | 250.0 | A | 75.0 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 125.0 |
| Área 10 | 24.5 | 250.0 | F | 75.0 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 125.0 |
| Banda Pilares | | 80% | | | | | | | | |
| Área 2 | 154.4 | 250.0 | I | 75.0 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 125.0 |
| Área 3 | 180.4 | 250.0 | H | 75.0 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 125.0 |
| Área 6 | 102.3 | 250.0 | B | 75.0 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 125.0 |
| Área 7 | 119.5 | 250.0 | C | 75.0 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 125.0 |
| Área 8 | 119.8 | 250.0 | D | 75.0 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 125.0 |
| Área 9 | 76.8 | 250.0 | E | 75.0 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 112.5 | 125.0 |

Fuente y Elaborado: Autores

Tabla N° 19. Intensidad sísmica pórtico D (kg/m)

| INTENSIDAD SÍSMICA PÓRTICO D (Kg/m) | | | | | |
|-------------------------------------|------------------|-------|-------------------|---------|----------|
| NIVEL | Wi | hi | Wi*hi | Fi | Vi |
| 5TO-CUB | 21989.53 | 18.00 | 395811.53 | 3988.80 | 3988.80 |
| 4TO-5TO | 32984.29 | 15.00 | 494764.42 | 4986.00 | 8974.80 |
| 3ERO-4TO | 32984.29 | 12.00 | 395811.53 | 3988.80 | 12963.59 |
| 2DO-3ERO | 32984.29 | 9.00 | 296858.65 | 2991.60 | 15955.19 |
| 1ER-2DO | 32984.29 | 6.00 | 197905.77 | 1994.40 | 17949.59 |
| PB-1ER | 36649.22 | 3.00 | 109947.65 | 1108.00 | 19057.59 |
| Σ | 190575.92 | | 1891099.55 | | |
| V | 19057.59 | | | | |

19057.59

$$V = C * \Sigma Wi$$

C=CONSTANTE 0.10

$$Fi = \frac{V}{\Sigma Wi * hi} * (Wi * hi)$$

DE VANOS
3.00

C= 0.10

Fuente y Elaborado: Autores

Tabla N° 20. Cálculo sísmico por planta "pórtico D"

| CALCULO SISMICO POR PLANTA "PORTICO D" | | | | |
|--|--------|-----------|---------|------|
| NIVEL | | Fi (Kg/m) | Kg/m | Tn/m |
| 5TO-CUB | 40.00% | 3988.80 | 1595.52 | 1.60 |
| 4TO-5TO | 30.00% | 4986.00 | 1495.80 | 1.50 |
| 3ERO-4TO | 30.00% | 3988.80 | 1196.64 | 1.20 |
| 2DO-3ERO | 30.00% | 2991.60 | 897.48 | 0.90 |
| 1ER-2DO | 30.00% | 1994.40 | 598.32 | 0.60 |
| PB-1ER | 30.00% | 1108.00 | 332.40 | 0.33 |

Fuente y Elaborado: Autores

3.10.2 Cargas accidentales; sismo

3.10.2.1 Distribución de fuerzas del cortante basal por piso

3.10.2.1.1 Cortante basal de diseño

Ecuación N° 14. Cortante basal de diseño

$$V = \frac{I S_a(T_a)}{R \emptyset_P \emptyset_E} W$$

Dónde:

$S_a(T_a)$ = Espectro de diseño en aceleración.

\emptyset_P y \emptyset_E = Coeficientes de configuración en planta y elevación.

I = Coeficiente de importancia.

R = Factor de reducción de resistencia sísmica.

V = Cortante basal total del diseño.

W = Carga sísmica reactiva.

T_a = Periodo de vibración.

3.10.2.1.2 Zonas y aceleración esperada

| MANABÍ | MANTA |
|--------|---------------|
| | $z \geq$ 0.50 |

Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto “r”.

Para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E “r = 1”.

Para tipo de suelo E “r = 1.5”.

| | |
|------------|-------------|
| r = | 1.00 |
|------------|-------------|

3.10.2.1.3 Tipo de suelo y coeficiente de Sitio

| | |
|---------------|----------|
| TIPO = | D |
|---------------|----------|

3.10.2.1.4 Coeficientes de perfil de suelo

Tabla N° 21. Coeficientes de perfil de suelo factor Fa

| Tipo de perfil del subsuelo | Zona sísmica y factor Z | | | | | |
|-----------------------------|--|------|------|------|------|-------|
| | I | II | III | IV | V | VI |
| | 0.15 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | ≥0.50 |
| A | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| B | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| C | 1.4 | 1.3 | 1.25 | 1.23 | 1.2 | 1.18 |
| D | 1.6 | 1.4 | 1.3 | 1.25 | 1.2 | 1.12 |
| E | 1.8 | 1.4 | 1.25 | 1.1 | 1.0 | 0.85 |
| F | Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4 | | | | | |

Fuente: (NEC, 2015)

| | |
|-------------|-------------|
| FA = | 1.12 |
|-------------|-------------|

Tabla N° 22. Coeficientes de perfil de suelo factor Fd

| Tipo de perfil del subsuelo | Zona sísmica y factor Z | | | | | |
|-----------------------------|---|------|------|------|------|-------|
| | I | II | III | IV | V | VI |
| | 0.15 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | ≥0.50 |
| A | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 |
| B | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| C | 1.36 | 1.28 | 1.19 | 1.15 | 1.11 | 1.06 |
| D | 1.62 | 1.45 | 1.36 | 1.28 | 1.19 | 1.11 |
| E | 2.1 | 1.75 | 1.7 | 1.65 | 1.6 | 1.5 |
| F | Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4 | | | | | |

Fuente: (NEC, 2015)

| | |
|-------------|-------------|
| FD = | 1.11 |
|-------------|-------------|

Tabla N° 23. Coeficientes de perfil de suelo factor Fs

| Tipo de perfil del subsuelo | Zona sísmica y factor Z | | | | | |
|-----------------------------|--|------|------|------|------|-------|
| | I | II | III | IV | V | VI |
| | 0.15 | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | ≥0.50 |
| A | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |
| B | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |
| C | 0.85 | 0.94 | 1.02 | 1.06 | 1.11 | 1.23 |
| D | 1.02 | 1.06 | 1.11 | 1.19 | 1.28 | 1.40 |
| E | 1.5 | 1.6 | 1.7 | 1.8 | 1.9 | 2 |
| F | Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4 | | | | | |

Fuente: (NEC, 2015)

| |
|-----------------------------|
| F_s = 1.40 |
|-----------------------------|

3.10.2.1.5 Factor de modificación

| |
|-----------------|
| R = 7.00 |
|-----------------|

Edificios formado por pórticos y vigas R= 8; Recomendable R=7

3.10.2.1.6 Factor de importancia

Tabla N° 24. Factor de importancia

| Categoría | Tipo de uso, destino e importancia | Coefficiente I |
|--|---|----------------|
| Edificaciones esenciales | Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas. | 1.5 |
| Estructuras de ocupación especial | Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente. | 1.3 |
| Otras estructuras | Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores. | 1.0 |

Fuente: (NEC, 2015)

| | |
|-------|------|
| $I =$ | 1.00 |
|-------|------|

3.10.2.1.7 Coeficiente de configuración estructural en planta

$\emptyset PA$ (tipo 1-2-3)

La estructura es irregular porque presenta una curvatura en su perímetro.

Los pisos no presentan aberturas dentro de cada piso, y el sistema de piso es irregular, por lo tanto se considera un $\emptyset PI$ de 0.80.

| | |
|------------------|------|
| $\emptyset PA =$ | 0.80 |
|------------------|------|

$\emptyset PB$ (TIPO 4)

Los ejes de la estructura son paralelos entre sí, considerándolo de manera irregular; por lo tanto se valoró un $\emptyset PI$ de 0.80.

| | |
|------------------|------|
| $\emptyset PB =$ | 0.80 |
|------------------|------|

$\emptyset P = \emptyset PA \times \emptyset PB$

| | |
|-----------------|------|
| $\emptyset P =$ | 0.64 |
|-----------------|------|

3.10.2.1.8 Coeficiente de configuración estructural en elevación

$\emptyset EA$ (TIPO 1)

Poseen una irregularidad geométrica. La rigidez lateral entre los pisos superiores es similar; se considera un valor de $\emptyset PI$ de 0.80.

| | |
|------------------|------|
| $\emptyset EA =$ | 0.80 |
|------------------|------|

ØEB (TIPO 2-3)

Para el caso de nuestro edificio, las masas entre los pisos son similar, sin considerar los pisos superiores que son más livianos .

En nuestro edificio tenemos un piso superior que es un 30% menor que los pisos inferiores y una geometría irregular.

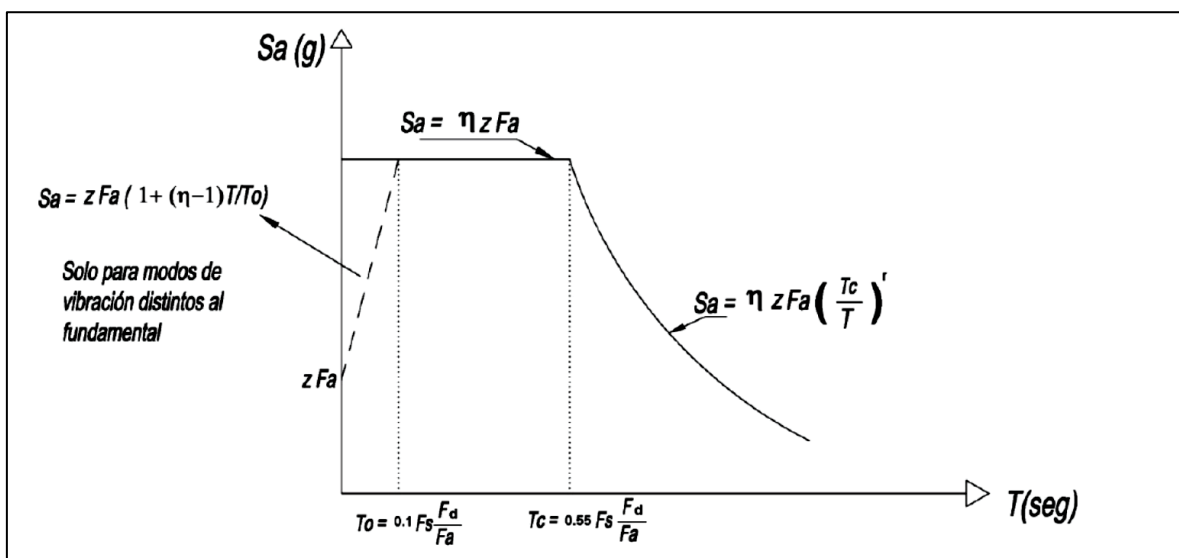
| | |
|-------|------|
| ØEB = | 0.80 |
|-------|------|

$$\delta EA = \delta EA \times \delta EB$$

| | |
|------|------|
| ØE = | 0.64 |
|------|------|

3.10.2.1.9 Cálculo del espectro elástico de aceleraciones

Figura N° 33. Cálculo del espectro elástico de aceleraciones



Fuente: (NEC, 2015)

η = Razón entre aceleración espectral y el PGA para el periodo espectral.

CIUDAD (COSTA, EXCEPTO ESMERALDAS)

| | |
|-----------|-------|
| CIUDAD | MANTA |
| UBICACIÓN | COSTA |

| | |
|----------|------|
| η = | 1.80 |
|----------|------|

3.10.2.1.10 Grafico espectro elástico de aceleraciones

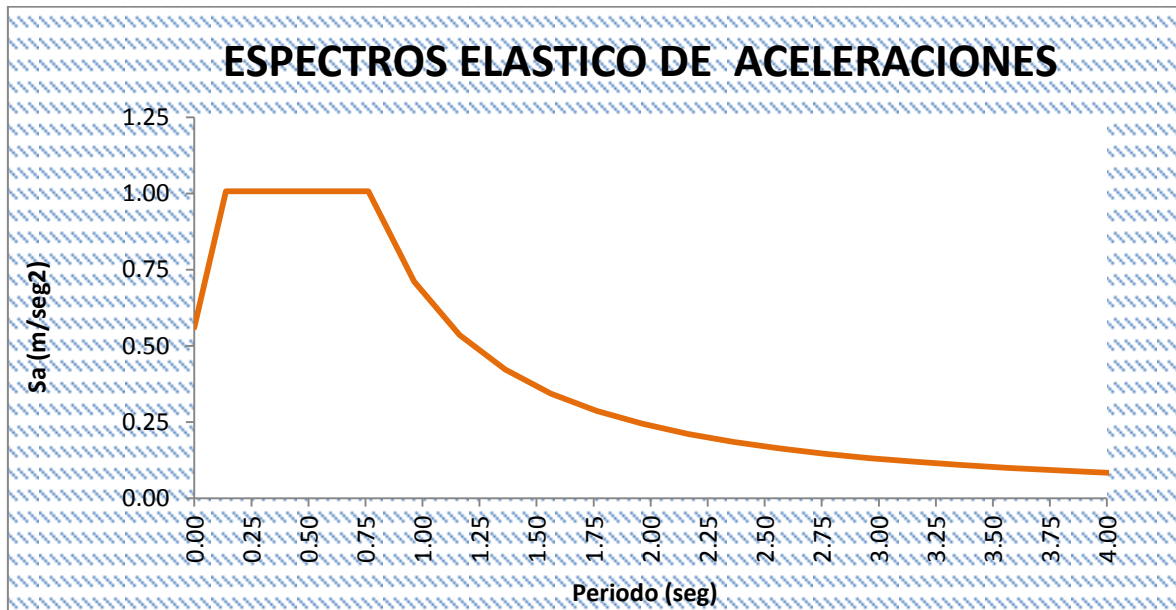
Tabla N° 25. Espectro elástico de aceleraciones

| | T | SA |
|-------|-------|-------|
| | (SEG) | G |
| | 0.00 | 0.560 |
| T_0 | 0.14 | 1.008 |
| T_c | 0.76 | 1.008 |
| | 0.96 | 0.711 |
| | 1.16 | 0.536 |
| | 1.36 | 0.422 |
| | 1.56 | 0.344 |
| | 1.76 | 0.287 |
| | 1.96 | 0.244 |
| | 2.16 | 0.211 |
| | 2.36 | 0.185 |
| | 2.56 | 0.164 |
| | 2.76 | 0.146 |
| | 2.96 | 0.132 |
| | 3.16 | 0.119 |
| | 3.36 | 0.109 |
| | 3.56 | 0.100 |
| | 3.76 | 0.092 |
| | 3.96 | 0.085 |
| | 4.16 | 0.079 |
| | 4.36 | 0.074 |
| | 4.56 | 0.069 |

Fuente: (NEC, 2015)

Elaborado: Autores

Figura N° 34. Grafico espectro elástico de aceleraciones



Fuente: (NEC, 2015)

Elaborado: Autores

3.10.2.1.11 Cálculo del periodo de vibración

Ecuación N° 15. Periodo de vibración

$$T = C_t h_n^\alpha$$

Dónde:

C_t = Coeficiente que depende del tipo de edificio.

h_n = Altura máxima de la edificación de n pisos.

T = Período de vibración.

Tabla N° 26. Coeficiente que depende del tipo de edificio

| Tipo de estructura | Ct | α |
|--|-------|----------|
| Estructuras de acero | | |
| Sin arriostramientos | 0.072 | 0.8 |
| Con arriostramientos | 0.73 | 0.75 |
| Pórticos especiales de hormigón armado | | |
| Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras | 0.055 | 0.9 |
| Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural | 0.055 | 0.75 |

Fuente: (NEC, 2015)

$$\begin{aligned}
 T &= & 0.8335683 \\
 S_A &= & 0.883 \\
 W &= & 2058.76
 \end{aligned}$$

CORTANTE BASAL

$$V = \mathbf{634.00 \text{ KG}}$$

Tabla N° 27. Determinación de K

| Valores de T (s) | k |
|--------------------|-----------------|
| ≤ 0.5 | 1 |
| $0.5 < T \leq 2.5$ | $0.75 + 0.50 T$ |
| > 2.5 | 2 |

Fuente: (NEC, 2015)

$$k = 1.17$$

Tabla N° 28. Fuerzas y Riesgo

| PISOS | AREA DEL PISO | PESO X PISO | Hi=Hx | $Wx(Hx)^k$ | % RIESGO | Fx |
|-------|---------------|----------------------|---------|------------------------|----------|-----------|
| 6 | 485.00 M2 | 324.88 T | 20.50 M | 17,801.85 | 31% | 193.80 KG |
| 5 | 485.00 M2 | 384.54 T | 17.15 M | 18,140.13 | 31% | 197.49 KG |
| 4 | 485.00 M2 | 395.12 T | 13.80 M | 15,067.88 | 26% | 164.04 KG |
| 3 | 485.00 M2 | 408.73 T | 10.45 M | 11,871.20 | 20% | 129.24 KG |
| 2 | 485.00 M2 | 425.36 T | 7.10 M | 8,450.91 | 15% | 92.00 KG |
| 1 | 485.00 M2 | 445.02 T | 3.75 M | 4,705.77 | 8% | 51.23 KG |
| | | ^w 2058.76 | | ^Σ 58,235.89 | | 634.00 KG |

Fuente: (NEC, 2015)

Elaborado: Autores

CAPÍTULO 4

PROPUESTA

4.1 Título de la Propuesta

ELABORAR UN PLAN DE REPARACIÓN, REHABILITACIÓN Y REFORZAMIENTO PARA EL HOTEL LAS ROCAS; UBICADO EN LA PROVINCIA DE MANABÍ, CIUDAD DE MANTA PARROQUIA TARQUI.

4.1.1 Antecedentes

Para el desarrollo de nuestra propuesta debemos tener en cuenta que la demolición, reconstrucción, readecuación y mantenimiento de una estructura se encuentran dentro de la siguiente escala cuantitativa:

- Reparar nivel de daño leve.
- Reforzar nivel de daño medio y/o moderado.
- Sustituir nivel de daño fuerte y/o severo.

La propuesta está basada en realizar un diseño en el cual la edificación garantice su funcionamiento.

La reparación de los daños causados por el terremoto se los realizaría, con un personal técnico capacitado y con la experiencia necesaria para asegurar los procesos constructivos en la edificación afectada.

Se plantea la reparación, reforzamiento y rehabilitación de la edificación que sufrió daños estructurales y no estructurales, dando el debido mantenimiento a la estructura del edificio con el fin de mejorar la vida útil, cumpliendo las especificaciones técnicas establecidas y con una mano de obra calificada, además de proponer un método constructivo sostenible utilizando normas y estándares garantizados por la Norma Ecuatoriana de la Construcción y las Ordenanzas Municipales.

4.2 Desarrollo de propuesta

4.2.1 Descripción de la edificación

La edificación analizada ubicada entre la Calle 101 y Avenida 105 en la ciudad de Manta de la Parroquia Tarqui es de uso comercial identificada como Hotel Las Rocas; es uno de los hoteles emblemáticos Construido hace 33 años, fue el primero de la zona en utilizar ascensor.

Con el terremoto del 16 de abril del 2016 sufrió afectaciones en su estructura, por lo que el Comité de Operaciones de Emergencia (COE) consideró inicialmente demolerlo por completo, como ocurrió con otros hoteles ubicados en la zona.

Se realizaron varias evaluaciones estructurales privadas concluyendo que podía ser rehabilitado porque su estructura no tenía daños estructurales graves.

4.2.2 Clasificación de los daños en la edificación

4.2.2.1 División de elementos estructurales:

- ❖ Vigas

- ❖ Columnas

- ❖ Losas

- ❖ Muros

- ❖ Escalera

4.2.2.2 División de elementos no estructurales:

- Mampostería

4.2.3 Resultados según el Cálculo Estructural realizado por medio del programa CypeCAD.

Con el fin de mejorar la vida útil de la edificación y poderla rehabilitar, se procede a realizar un análisis de la estructura con la ayuda del programa CypeCAD, en el cual se encuentran los errores de cálculo y constructivos por los cuales fallo la estructura cuando estuvo sometida al sismo ocurrido cuya magnitud fue de 7.8 grados en la escala de Richter.

Obteniendo los siguientes resultados:

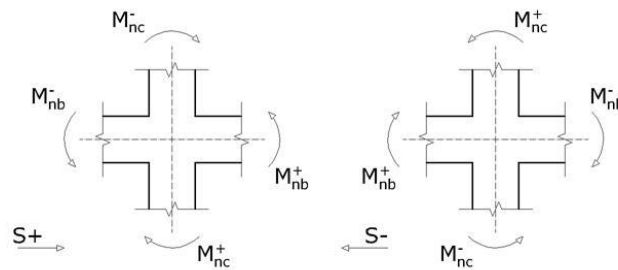
4.2.3.1 Fallos en Columnas

Grupo 5 (CUARTO PISO):

Resistencia mínima a flexión de columnas. (ACI 318M-08)

Las resistencias a flexión de las columnas deben satisfacer la ecuación (Artículo 21.6.2.2):

Para este caso, resulta más desfavorable el esfuerzo axil mínimo: $N_d = 37.01 \text{ t}$.



53.72 t·m □ 68.29 t·m **X**

Dónde:

- M_{nc} : Suma de los momentos nominales a flexión de las columnas.
- M_{nb} : Suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas.

Tabla N° 29. Dirección y sentido de la acción sísmica Grupo 5

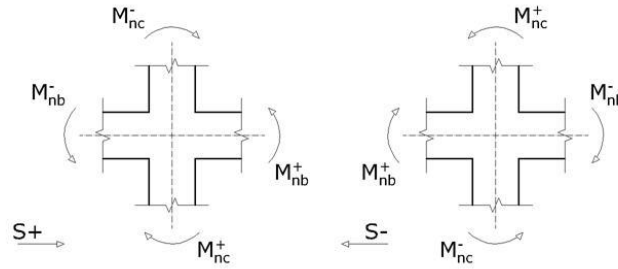
| Dirección y sentido de la acción sísmica | Sismo X | | Sismo Y | |
|--|----------|----------|------------|----------|
| | S+ | S- | S+ | S- |
| $\Sigma M_{nc} \text{ (t·m)}$ | 53.72 | 53.72 | 53.72 | 53.72 |
| $\Sigma M_{nb} \text{ (t·m)}$ | 50.68 | 46.71 | 56.91 | 56.43 |
| (*): pésimo | X | X | X * | X |

Grupo 6 (QUINTO PISO):

Resistencia mínima a flexión de columnas. (ACI 318M-08)

Las resistencias a flexión de las columnas deben satisfacer la ecuación (Artículo 21.6.2.2):

Para este caso, resulta más desfavorable el esfuerzo axial mínimo: $N_d = 27.75 \text{ t}$.



$25.88 \text{ t}\cdot\text{m} \square 61.93 \text{ t}\cdot\text{m} \times$

Donde:

- $\square M_{nc}$: Suma de los momentos nominales a flexión de las columnas.
- $\square M_{nb}$: Suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas.

Tabla N° 30. Dirección y sentido de la acción sísmica Grupo 6

| Dirección y sentido de la acción sísmica | Sismo X | | Sismo Y | |
|--|----------|----------|------------|----------|
| | S+ | S- | S+ | S- |
| $\Sigma M_{nc} \text{ (t}\cdot\text{m)}$ | 25.88 | 25.88 | 25.88 | 25.88 |
| $\Sigma M_{nb} \text{ (t}\cdot\text{m)}$ | 44.24 | 44.40 | 51.61 | 51.52 |
| (*): pésimo | \times | \times | \times * | \times |

Diseño del refuerzo principal en columnas, 4.3.2 (NEC-14)

Las secciones en los extremos de las columnas serán diseñadas para la combinación más desfavorable de momentos (en ambas direcciones horizontales) y carga axial. Los momentos últimos para el diseño no deberán ser menores a los calculados con la siguiente ecuación:

Donde S_E es la demanda obtenida en el análisis ϕ^0 es el factor de sobre-resistencia de las rótulas plásticas en las vigas que llegan al nudo junto a la sección que se diseña y w_f es un factor de amplificación dinámica.

$$317.38 \text{ kN}\cdot\text{m} \square 349.00 \text{ kN}\cdot\text{m} \times$$

El valor del factor de sobre-resistencia ϕ^0 , calculado con la ecuación (4-7), es el cociente entre la capacidad en sobre-resistencia de las rótulas plásticas en las vigas que llegan al nudo junto a la sección que se diseña y la capacidad requerida por el análisis.

El factor de amplificación dinámica w_f para flexión depende de la demanda de ductilidad m en la estructura y debe aplicarse desde el nivel 1 hasta un nivel a 3/4 de la altura de la estructura, como se muestra en la figura 4.6. El valor máximo se calcula con la ecuación 4.8.

Tabla N° 31. El factor de amplificación dinámica w_f

| | ϕ^0 | μ | ω_f | M_E (kN·m) | M_{CP} (kN·m) | $\phi_S \cdot M_N$ (kN·m) | |
|------------|----------|-------|------------|--------------|-----------------|---------------------------|-----|
| SX+ | 1.49 | 4.00 | 1.31 | 108.20 | 211.20 | 317.38 | ✓ |
| SX- | 1.92 | 4.00 | 1.31 | 108.20 | 272.14 | 317.38 | ✓ |
| SY+ | 1.88 | 4.00 | 1.31 | 141.71 | 349.00 | 317.38 | ✗ * |
| SY- | 1.87 | 4.00 | 1.31 | 141.71 | 347.15 | 317.38 | ✗ |

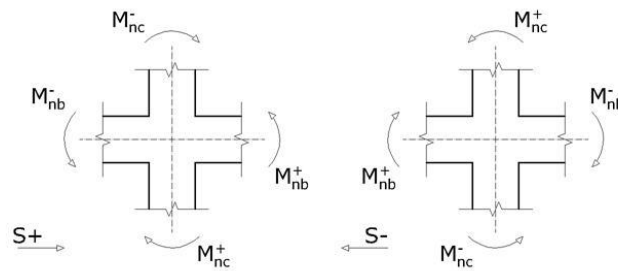
(*): pésimo

Grupo 7 (SEXTO PISO):

Resistencia mínima a flexión de columnas. (ACI 318M-08)

Las resistencias a flexión de las columnas deben satisfacer la ecuación (Artículo 21.6.2.2):

Para este caso, resulta más desfavorable el esfuerzo axial mínimo: $N_d = 16.32 \text{ t}$.



$$25.83 \text{ t}\cdot\text{m} \geq 50.70 \text{ t}\cdot\text{m} \quad \times$$

Dónde:

ΣM_{nc} : Suma de los momentos nominales a flexión de las columnas.

ΣM_{nb} : Suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas.

Tabla N° 32. Dirección y sentido de la acción sísmica Grupo 7

| Dirección y sentido de la acción sísmica | Sismo X | | Sismo Y | |
|--|----------|----------|----------|------------|
| | S+ | S- | S+ | S- |
| $\Sigma M_{nc} \text{ (t}\cdot\text{m)}$ | 25.83 | 25.83 | 25.83 | 25.83 |
| $\Sigma M_{nb} \text{ (t}\cdot\text{m)}$ | 32.89 | 33.88 | 42.24 | 42.25 |
| (*): pésimo | × | × | × | × * |

Diseño del refuerzo principal en columnas, 4.3.2 (NEC-14)

Las secciones en los extremos de las columnas serán diseñadas para la combinación más desfavorable de momentos (en ambas direcciones horizontales) y carga axial. Los momentos últimos para el diseño no deberán ser menores a los calculados con la siguiente ecuación:

Donde S_E es la demanda obtenida en el análisis ϕ^0 es el factor de sobre-resistencia de las rótulas plásticas en las vigas que llegan al nudo junto a la sección que se diseña y ω_f es un factor de amplificación dinámica.

$$289.92 \text{ kN}\cdot\text{m} \geq 291.47 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad \times$$

El valor del factor de sobre-resistencia ϕ^0 , calculado con la ecuación (4-7), es el cociente entre la capacidad en sobre-resistencia de las rótulas plásticas en las vigas que llegan al nudo junto a la sección que se diseña y la capacidad requerida por el análisis.

El factor de amplificación dinámica ω_f para flexión depende de la demanda de ductilidad m en la estructura y debe aplicarse desde el nivel 1 hasta un nivel a 3/4 de la altura de la estructura, como se muestra en la figura 4.6. El valor máximo se calcula con la ecuación 4.8.

Tabla N° 33, El factor de amplificación dinámica ω_f Grupo 7

| | ϕ^0 | μ | ω_f | M_E (kN·m) | M_{CP} (kN·m) | $\phi_S \cdot M_N$ (kN·m) | |
|------------|----------|-------|------------|--------------|-----------------|---------------------------|-----|
| SX+ | 4.12 | 4.00 | 1.00 | 51.22 | 211.03 | 289.92 | ✓ |
| SX- | 4.64 | 4.00 | 1.00 | 51.22 | 237.66 | 289.92 | ✓ |
| SY+ | 4.54 | 4.00 | 1.00 | 64.20 | 291.47 | 289.92 | ✗ * |
| SY- | 4.52 | 4.00 | 1.00 | 64.20 | 290.18 | 289.92 | ✗ |

(*): pésimo

4.2.3.2 Fallo en vigas

4.2.3.2.1 COMPROBACIONES DE RESISTENCIA

Tabla N° 34. Comprobaciones de Resistencia

| Vano | COMPROBACIONES (BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR STRUCTURAL CONCRETE (ACI 318M-08)) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Esta do | | |
|---|---|----------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|
| | Dis p. | Arm. . | Q | Q S. | N,M | N,M S. | T _c | T _{st} | T _{sl} | TNM _x | TV _x | TV _y | TV _{xSt} | TV _{ySt} | T,Dis p. _{sl} | T,Dis p. _{st} | T,Ge om. _{sl} | T,Ar m. _{st} | Sis m. | Disp. S. | | Cap. H | Cap. S |
| V-325: C11 - C15 | Cu mpl e | Cu mpl e | '5.06 0 m' η = 9.3 | '4.76 2 m' η = 55.2 | '5.06 0 m' η = 21.2 | 'C11 ' η = 73.1 | '5.06 0 m' η = 26.7 | '4.56 7 m' η = 30.0 | '1.10 0 m' η = 23.6 | '1.10 0 m' η = 29.2 | N.P. (1) | '5.06 0 m' η = 27.1 | N.P. (1) | '5.06 0 m' Cum ple | '0.00 0 m' Cum ple | '0.00 0 m' Cum ple | '0.00 0 m' Cum ple | '0.00 0 m' Cum ple | Err or ⁽¹⁾ | '0.00 0 m' Cum ple | '4.43 3 m' Cum ple | '4.43 3 m' Cum ple | ER RO R |
| <p>Notación:</p> <p><i>Disp.:</i> Disposiciones relativas a las armaduras <i>Arm.:</i> Armadura mínima y máxima <i>Q:</i> Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas) <i>Q S.:</i> Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas) <i>N,M:</i> Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas) <i>N,M S.:</i> Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones sísmicas) <i>T_c:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua. <i>T_{st}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma. <i>T_{sl}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales. <i>TNM_x:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X. <i>TV_x:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua <i>TV_y:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua <i>TV_{xSt}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma. <i>TV_{ySt}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma. <i>T,Disp._{sl}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal. <i>T,Disp._{st}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal. <i>T,Geom._{sl}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Diámetro mínimo de la armadura longitudinal. <i>T,Arm._{st}:</i> Estado límite de agotamiento por torsión. Cuantía mínima de estribos cerrados. <i>Sism.:</i> Criterios de diseño por sismo <i>Disp. S.:</i> Criterios de diseño por sismo <i>Cap. H:</i> Cortante de diseño para vigas. <i>Cap. S:</i> Resistencia a cortante de elementos en flexión, 5.2.1 <i>x:</i> Distancia al origen de la barra <i>η:</i> Coeficiente de aprovechamiento (%) <i>N.P.:</i> No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>Errores: ⁽¹⁾ No cumple: 'Criterio de diseño por sismo'</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.2.3.2.2 COMPROBACIÓN DE FISURACIÓN

Tabla N° 35. Comprobación de Fisuración

| Vano | COMPROBACIONES (BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR STRUCTURAL CONCRETE (ACI 318M-08)) | | | | Estado |
|--|---|---------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
| | $S_{C,sup.}$ | $S_{C,Lat.Der.}$ | $S_{C,inf.}$ | $S_{C,Lat.Izq.}$ | |
| V-325: C11 - C15 | x: 5.06 m Cumple | N.P. ⁽¹⁾ | x: 2.433 m Cumple | N.P. ⁽¹⁾ | CUMPL E |
| <p><i>Notación:</i> $s_{C,sup.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara superior $s_{C,Lat.Der.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral derecha $s_{C,inf.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara inferior $s_{C,Lat.Izq.}$: Comprobación de la separación máxima entre barras: Cara lateral izquierda x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> | | | | | |
| <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.</p> | | | | | |
| - | | | | | |

4.2.3.2.3 COMPROBACIONES DE FLECHA

Tabla N° 36. Comprobaciones de Flecha

| Vigas | Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/480$ | Estado |
|------------------|---|---------------|
| V-325: C11 - C15 | $f_{A,max}$: 0.47 mm $f_{A,lim}$: 10.54 mm | CUMPLE |

4.2.3.3 Fallo en Muros

La estructura de los ascensores sufrió daños durante el sismo colapsando en su totalidad.

4.2.3.4 Fallo en Escalera

Las escaleras presentan un desprendimiento de la conexión en las vigas durante el sismo.

4.2.3.5 Mampostería

Se debe demoler toda la mampostería del edificio siendo de ladrillo y colocados de manera acostado, lo cual aumenta la carga muerta del edificio y la misma que se sufrió daños fisuras y desprendimientos.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El análisis de la edificación Hotel las Rocas ubicado en la Calle 101 y Avenida 105 en Parroquia Tarqui de la ciudad de Manta se desarrolló mediante el uso de la "FICHA DE EVALUACIÓN DE DAÑOS PARA INSPECCIÓN RÁPIDA DE EDIFICIOS PÚBLICOS" de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas del Gobierno de Chile donde se evidenció los daños de la estructura ocasionados durante el sismo de 7.8 M en la Escala de Richter.
- En base a la evaluación se determinó que la edificación tuvo daños por un mal diseño estructural, además una mala ejecución en los procesos constructivos durante su construcción. La realización del estudio determina la ejecución de un plan reparación, reforzamiento y sustitución; según corresponda técnicamente, se garantizará el óptimo cumplimiento de las Ordenanzas Municipales y Normas Ecuatoriana de la Construcción con el fin de dar seguridad y una buena ejecución de los métodos constructivos a los habitantes de la zona.
- El cálculo estructural mediante el uso del programa CypeCAD, se encontraron las falencias que tiene la edificación en su diseño estructural, motivo por el cual falló sufrió daños estructurales y no estructurales durante la carga accidental en este caso el sismo cuya magnitud fue de 7.8 M en la escala de Richter.

- La aplicación de métodos en la construcción, sujetas a las Ordenanzas Municipales y Normas de la Construcción del país; con el fin de brindar seguridad en las construcciones, con la experiencia necesaria para asegurar los procesos constructivos en la zona afectada. Considerando que a toda estructura se le debe asignar una categoría de diseño de acuerdo a las Normas para una óptima resistencia sísmica.

5.2 Recomendaciones

- Es importante el uso de ficha de evaluación de daños para sismos siendo uno de los países donde se ven afectados por este tipo de cargas accidentales, permitiendo de manera rápida y eficaz identificar las edificaciones en las cuales se puede ingresar y donde aquellas que no evitando peligros y un desastre posterior, dando la seguridad a las personas para el uso de la edificación.
- El problema radica en el dimensionamiento de las columnas del tercer piso hasta la cubierta las mismas que no tienen las dimensiones requeridas por el cálculo estructural, y en estos pisos son los que sufrieron mayor daño. Por lo que se propone realizar un encamisado metálico en todas las columnas en los pisos donde se suscita el problema, con este método estaremos ayudando a la edificación con el incremento su inercia y mejorando su resistencia.
- El diseño estructural tanto para las escaleras como para el muro perimetral del ascensor tienen errores; las escaleras que se encuentran actualmente se deben demoler porque están desprendidas en la conexión de la viga, el muro para el ascensor, ya que anteriormente se utilizaba un muro de mampostería con columnas por lo que se debe realizar un nuevo diseño. Para la mampostería se propone utilizar bloque tipo P9, perforando las columnas, colocando nuevos chicotes de varilla corrugada con una longitud de 0.65m y debidamente anclados con epóxico estructural.

- Es fundamental que las Autoridades controlen e inspecciones que las construcciones de edificaciones estén sujetas a las Normas Ecuatorianas de la Construcción, y a las Ordenanzas Municipales, empleando la Tecnología, Dirección Técnica con una mano de obra calificada, utilizando materiales de primera calidad que se encuentren aprobados por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, con el fin de obtener beneficios que mejoren la vida útil de la edificación y salvaguarden la vida de los habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

- ACI. (2008). *American Concrete Institute (ACI 318-08) Capítulo 10 Flexión y Cargas Axiales*. Estados Unidos.
- ACI-318. (2008). *American Concrete Institute (ACI 318-08) Capítulo 1 Requisitos Generales*. Estados Unidos.
- ACI-318-Cap1. (2008). *American Concrete Institute (ACI 318-08) Capítulo 1 Requisitos Generales*. Estados Unidos.
- ACI-Cap21, 3. (2008). *American Concrete Institute (ACI 318-08) Capítulo 21 Estructuras Sismo Resistentes*. Estados Unidos.
- ACI-Cap7, 3. (2008). *American Concrete Institute (ACI 318-08) Capítulo 7 Detalles del Refuerzo*. Estados Unidos.
- ARQUBA.COM. (2008). *ARQUBA.COM*. Recuperado el 02 de Marzo de 2017, de <http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/obras-civiles-procesos-constructivos/>
- AURA EMILIA FERNÁNDEZ. (03 de 07 de 2013). *Funvisis*. (G. B. Venezuela, Editor) Recuperado el 5 de 05 de 2017, de Funvisis: <http://www.funvisis.gob.ve/objetosa/temblortierra/qesismo.html>
- Barreña, D. H. (10 de 05 de 2016). *HOMBRE GEOLOGICO*, Esquema de borde transformante o transcurrente (modificado a partir de bekyta.weebly.com). Recuperado el 12 de 03 de 2017, de <https://geologicalmanblog.wordpress.com/tag/tectonica-de-placas/>
- CENAPRED, S. M. (11 de 05 de 1990). *CENAPRED*. Recuperado el 03 de 03 de 2017, de <http://www.cenapred.unam.mx/es/PreguntasFrecuentes/faqpopo3.html>
- Commons. (04 de 09 de 2005). *Wikimedia Commons*. Recuperado el 15 de 03 de 2017, de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pswaves.jpg?uselang=es>
- DefiniciónABC*. (2007). Obtenido de <https://www.definicionabc.com/geografia/placa-tectonica.php>
- Echeverria, M. I. (17 de 06 de 2016). Los Sismos, los Suelos y las Estructuras. *Los Sismos, los Suelos y las Estructuras*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Gisbert, R. (17 de 01 de 2013). *Cienciasnaturalesdeartal13.blogspot.com*. Recuperado el 12 de 03 de 2017, de <http://cienciasnaturalesdeartal13.blogspot.com/p/tectonica-de-placas.html>
- Hanks TC, Kanamori H. (2015). *Wikipedia*. Recuperado el 10 de 05 de 2017, de https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_sismol%C3%B3gica_de_Richter
- INSIVUMEH. (13 de 05 de 2011). *INSIVUMEH*. Recuperado el 20 de 05 de 2017, de Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala: [http://www.insivumeh.gob.gt/geofisica/indice%20sismo.htm#ESCALA%20DE%20MERCAL%20MODIFICADA%20\(M.%20M.\)](http://www.insivumeh.gob.gt/geofisica/indice%20sismo.htm#ESCALA%20DE%20MERCAL%20MODIFICADA%20(M.%20M.))

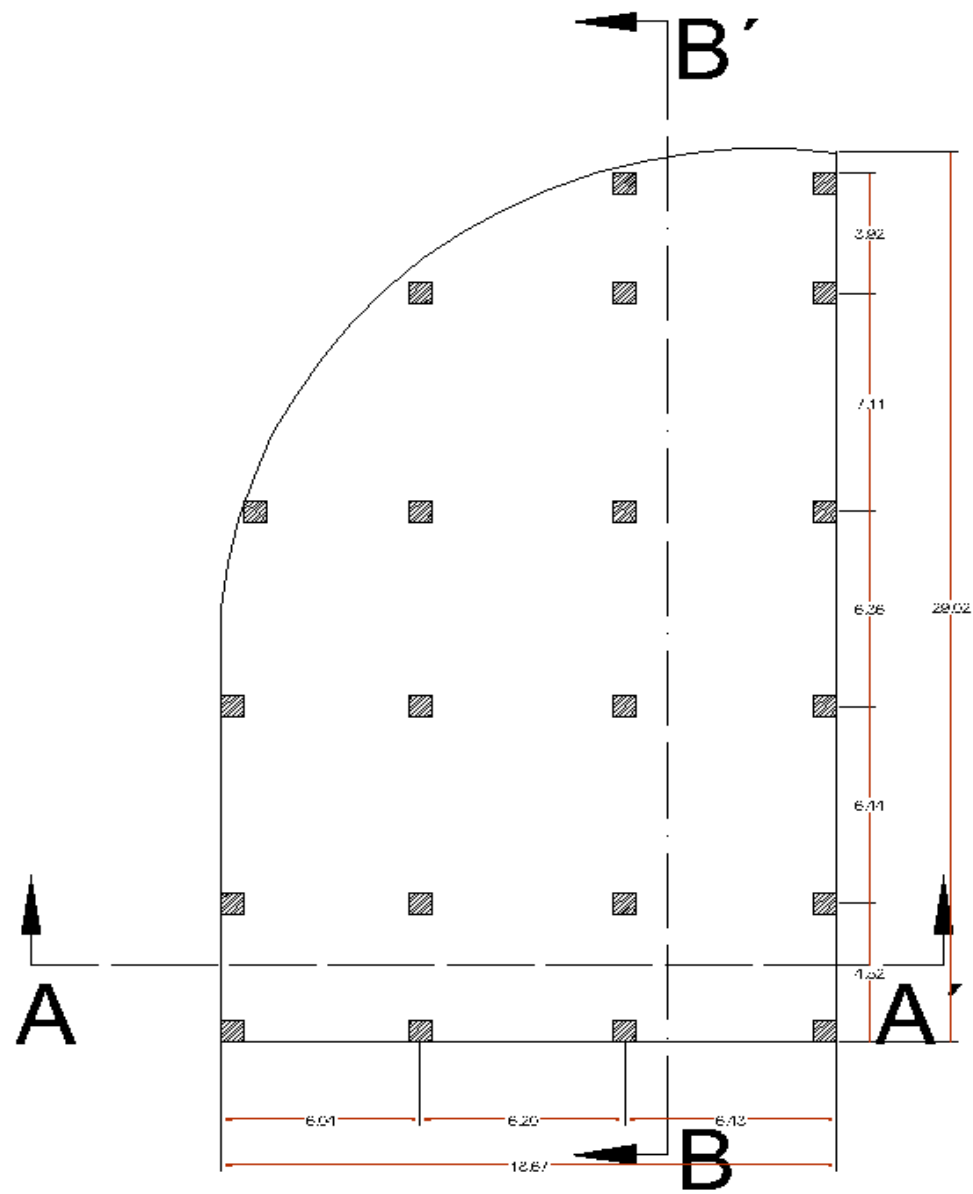
- Mercalli, G. (1902). *Wikipedia*. Recuperado el 02 de 03 de 2017, de https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_sismol%C3%B3gica_de_Mercalli
- MetEd. (2015). *MetEd*. Recuperado el 16 de 05 de 2017, de Meteorology Education and Training: <https://www.google.com.ec/search?q=que+es+Probabilidad+de+excedencia&cad=h>
- Mogollon Antonio. (14 de 07 de 2013). *SlideShare*. Recuperado el 13 de 03 de 2017, de <https://es.slideshare.net/djflow/mantenimiento-de-estructuras>
- Municipio Descentralizado de Manta. (2015). *Ordenanzas Municipales para la Construcción*. Manta, Manabi, Ecuador.
- NEC. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS-2015) Capítulo Cargas Sísmicas*. Ecuador.
- NEC. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS-2015) Capítulo Peligro Sísmico*. Ecuador.
- NEC. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-RE-2015) Capítulo Riesgo Sísmico, Evaluacion, Rehabilitacion de Estructuras*. Ecuador.
- Neville Adam . (2000). *IMCYC*. Recuperado el 12 de 03 de 2017, de Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C: <http://www.imcyc.com/revista/1999/enero/mante.html>
- Richter, C. F. (1935). *Wikipedia*. Recuperado el 2017 de 03 de 02, de https://es.wikipedia.org/wiki/Escala_sismol%C3%B3gica_de_Richter
- SAGARPA. (2015). Recuperado el 17 de 05 de 2017, de "SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN: <https://www.google.com.ec/#q=que+es+Periodo+de+retorno>
- Salazar, I. E. (05 de 2010). *La Tierra*. Recuperado el 13 de 03 de 2017, de Métodos de estudio de la Tierra Comportamiento de ondas sísmicas: <http://docentes.educacion.navarra.es/metayosa/1bach/Tierra3.html>
- SUINAGA, N. (2009). *COMPORTAMIENTO DE LOS EDIFICIOS ANTE UN SISMO*. Recuperado el 01 de 03 de 2017, de <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Febrero2005/pdf/spa/doc186/doc186-contenido.pdf>
- Thomson Learning. (2001). *Brooks/Cole*. Recuperado el 16 de 03 de 2017, de https://openlibrary.org/publishers/Brooks_Cole_Thomson_Learning
- UNAM, U. N. (18 de 09 de 2015). *Protocolo Foreign Affairs & Lifestyle*. Recuperado el 03 de 03 de 2017, de <http://www.protocolo.com.mx/internacional/los-sismos-y-su-efecto-en-las-estructuras/>
- Wikipedia. (2015). *Wikipedia*. Recuperado el 20 de 05 de 2017, de Hormigón armado: https://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n_armado

Wikispaces. (2013). *www.eresti.org*. Recuperado el 10 de 03 de 2017, de <http://www.eresti.org/test/ampliar.asp?Imagen=https://tectonicadeplacasprimeroc.wikispaces.com/file/view/BordeDorsal.png/266133830/BordeDorsal.png>

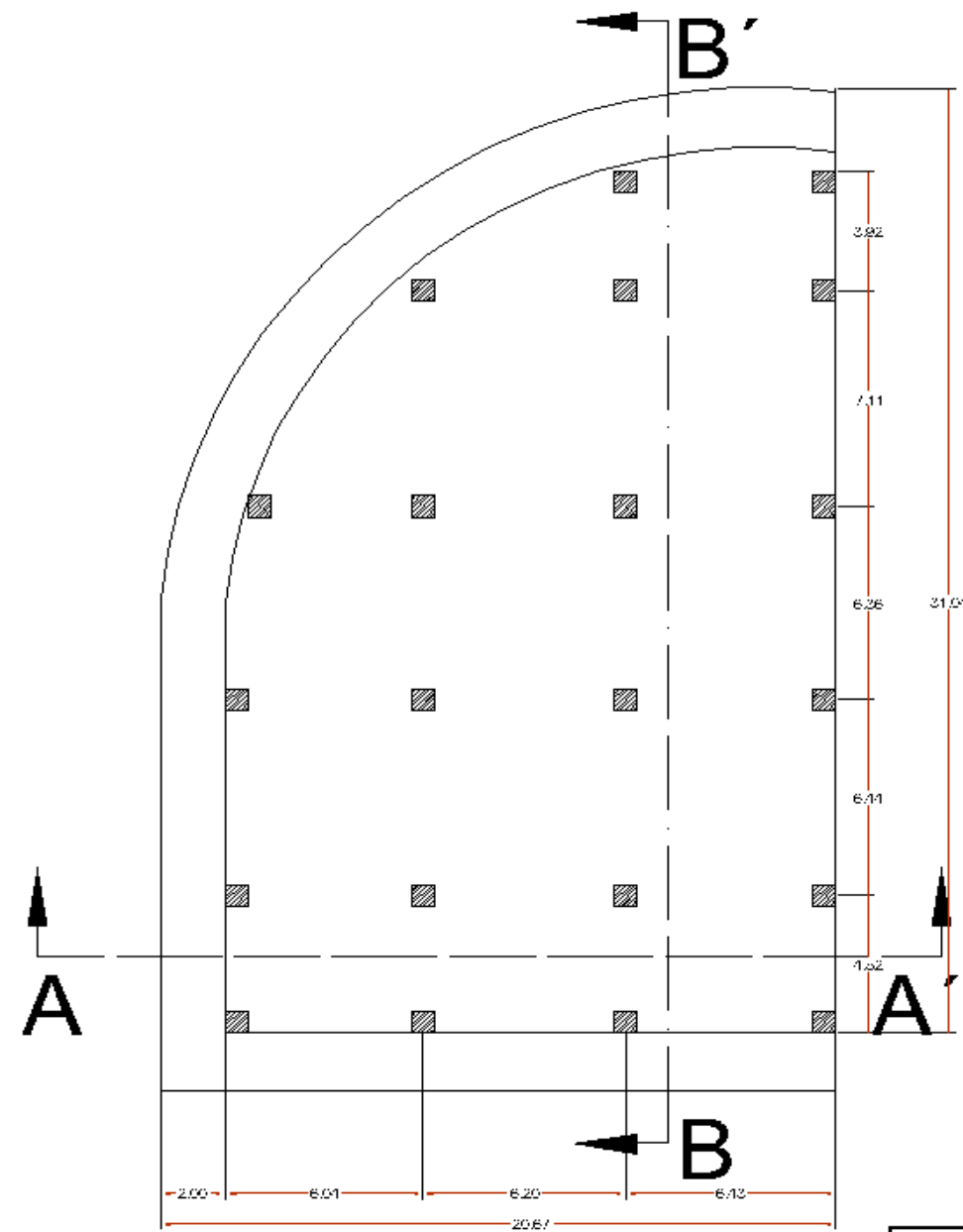
Yagual, D. (06 de 08 de 2014). *REFORZAMIENTOS DE ESTRUCTURAS*. Recuperado el 03 de 06 de 2017, de <https://es.slideshare.net/dussanyagual/reforzamientos-de-estructuras>

ANEXOS

PLANOS



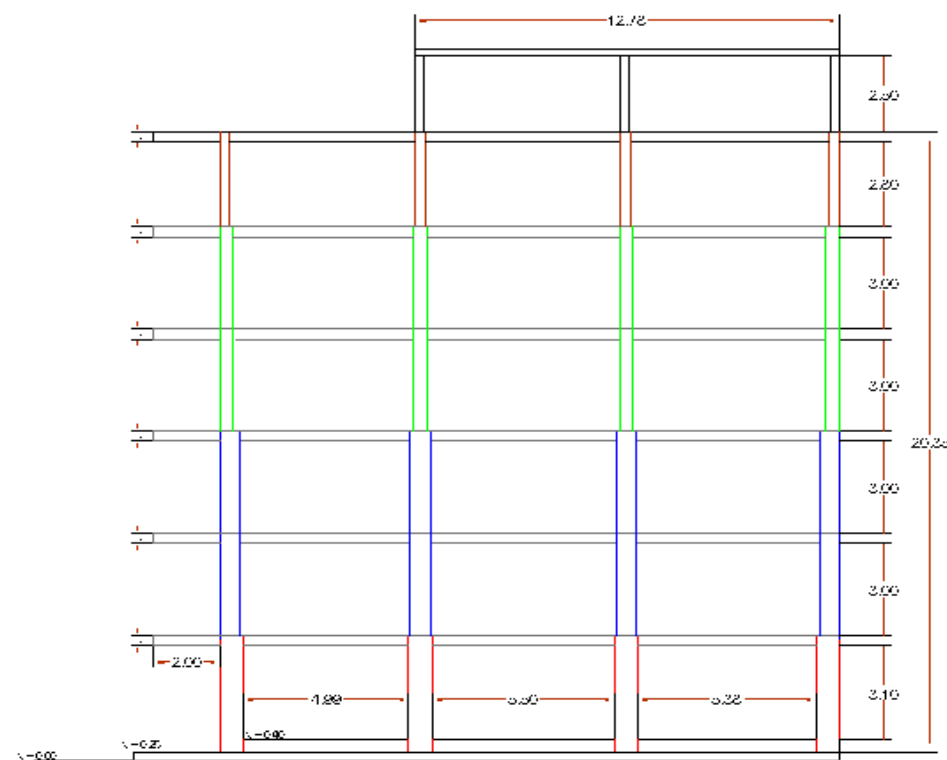
PLANTA BAJA



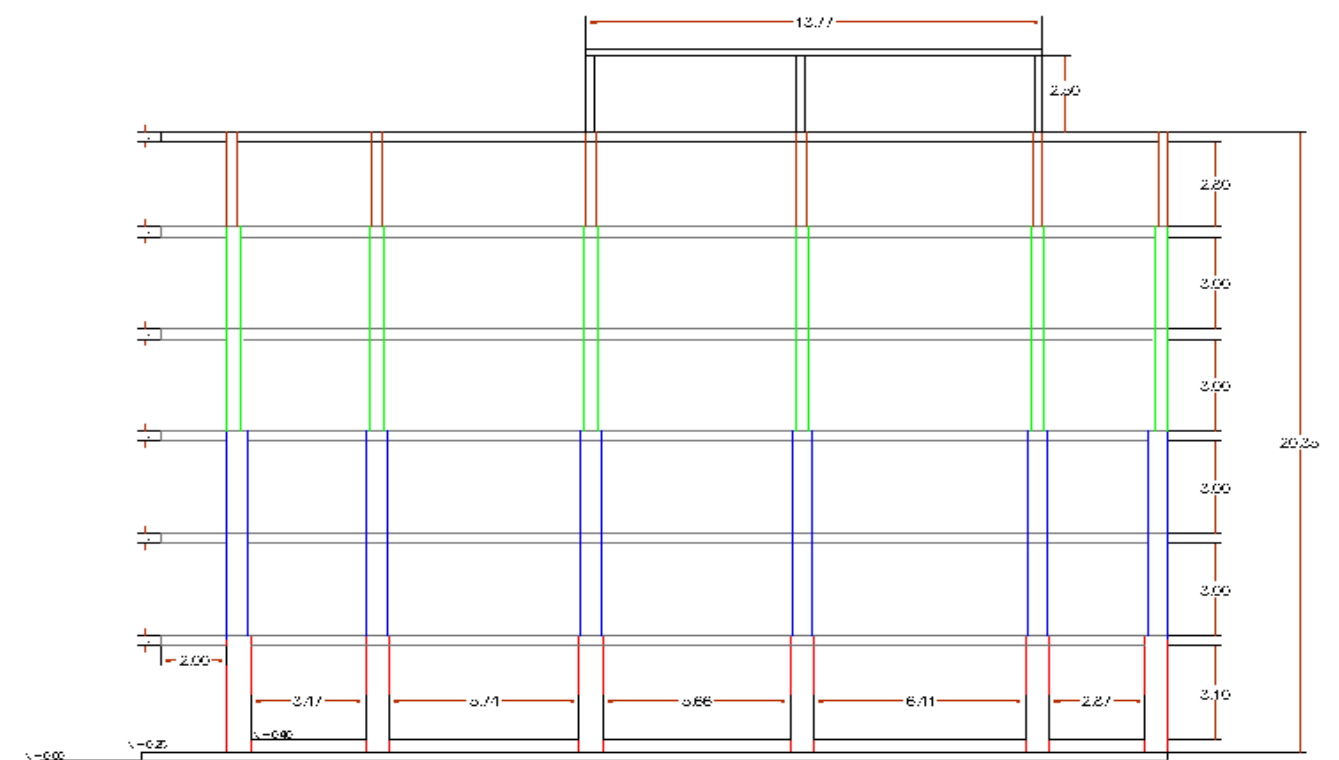
PLANTA ALTA

| |
|--|
|  UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL  |
| FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL |
| DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN HOTEL LAS ROCAS |
| ELABORADO: ALFONSO GABRIEL BUSTAMANTE BAQUE EDISON VICENTE SUASNAVAS YAGUAL |

CORTE A-A'



CORTE B-B'



UNIVERSIDAD LAICA
VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

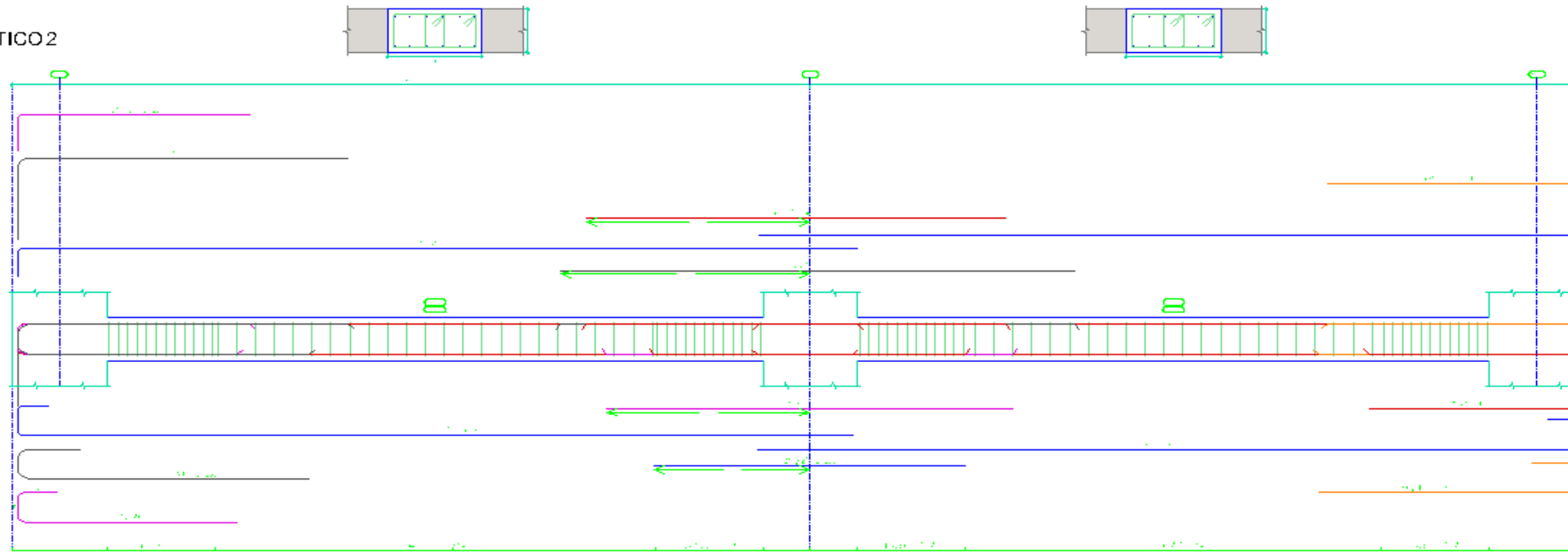


FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

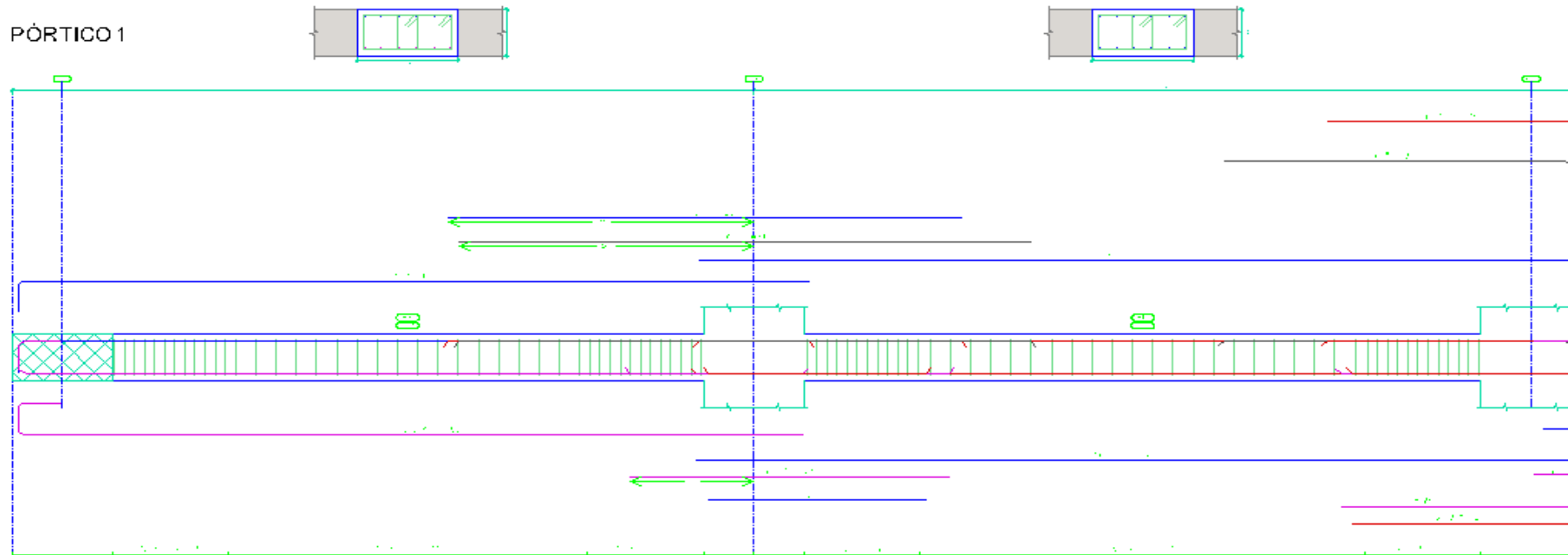
DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN
HOTEL LAS ROCAS

ELABORADO:
ALFONSO GABRIEL BUSTAMANTE BAQUE
EDISON VICENTE SUASNAVAS YAGUAL

PÓRTICO 2



PÓRTICO 1



DETALLE DE VIGAS



UNIVERSIDAD LAICA
VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

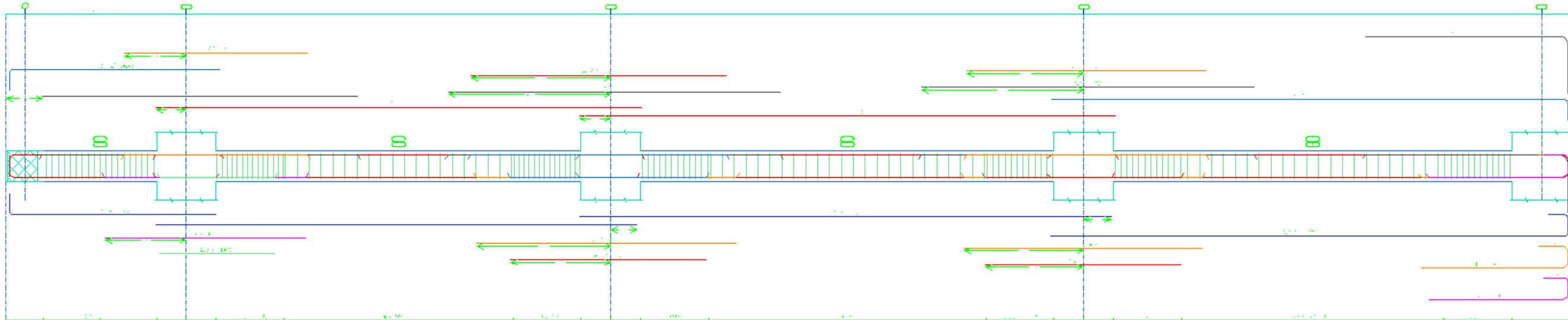
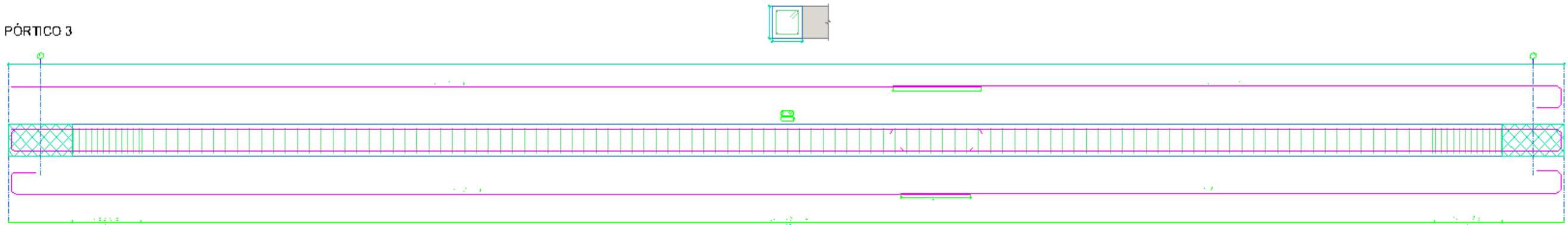


FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

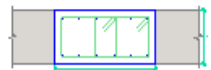
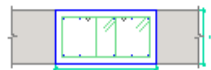
DISEÑO DE PROPUESTA EDIFICACIÓN
HOTEL LAS ROCAS

ELABORADO:
ALFONSO GABRIEL BUSTAMANTE BAQUE
EDISON VICENTE SUASNAVAS YAGUAL

PÓRTICO 3



PÓRTICO 4



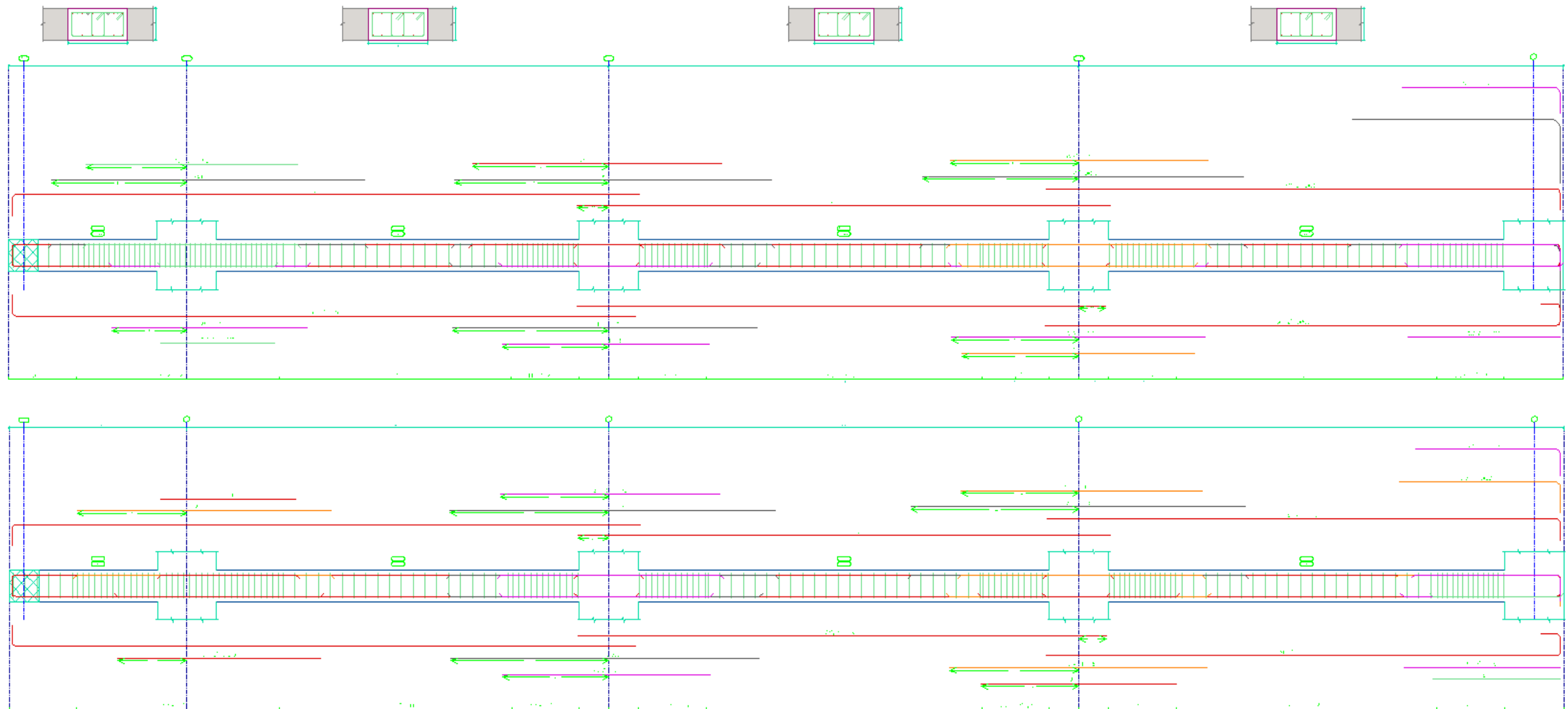
UNIVERSIDAD LAICA
VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

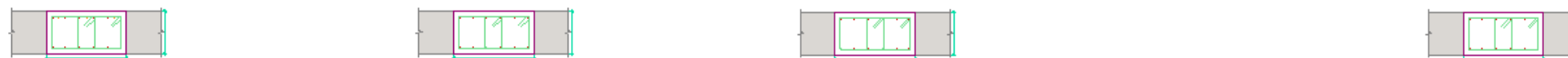
DISEÑO DE PROPUESTA EDIFICACIÓN
HOTEL LAS ROCAS



ELABORADO:
ALFONSO GABRIEL BUSTAMANTE BAQUE
EDISON VICENTE SUASNAVAS YAGUAL

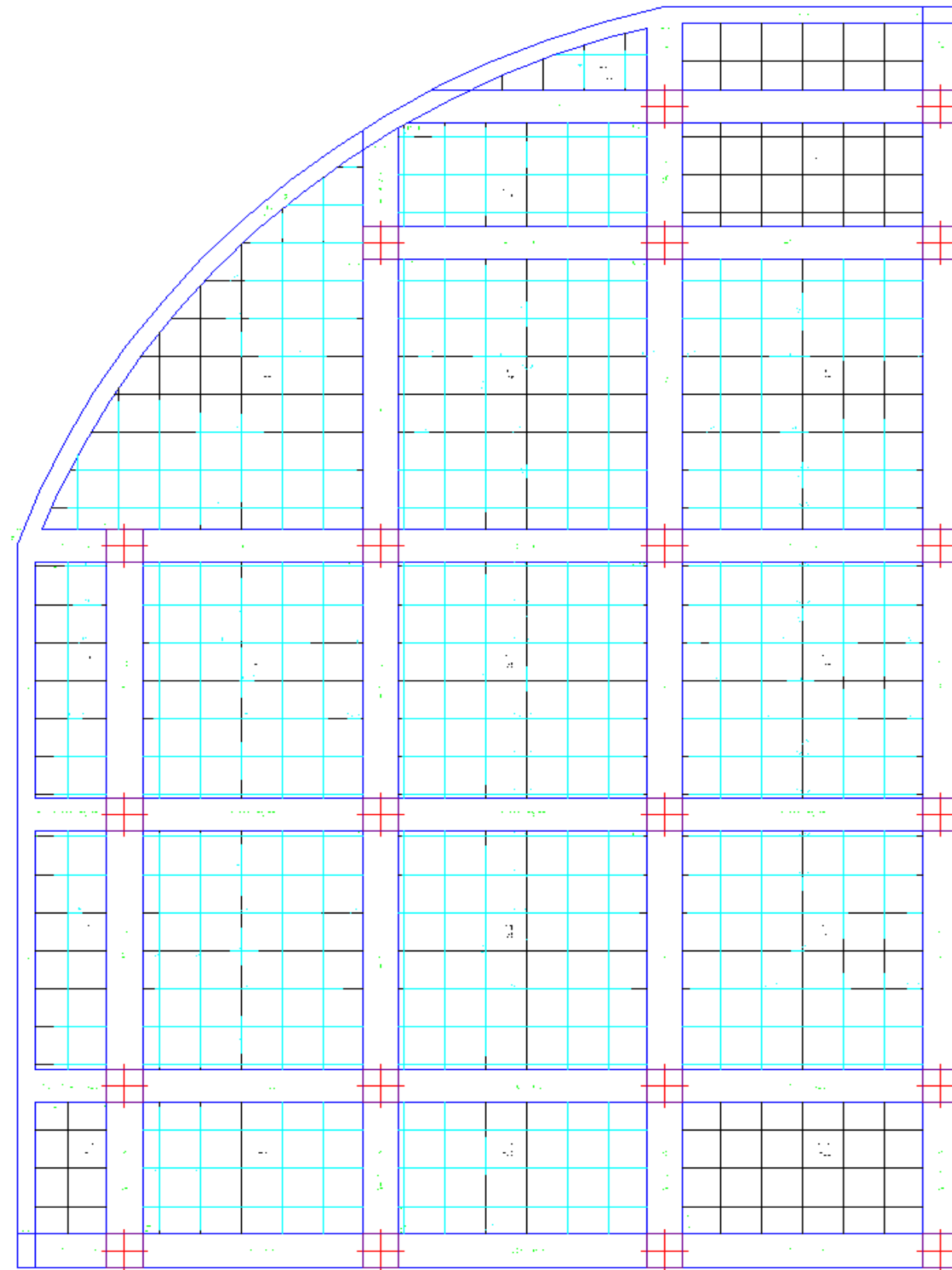
PÓRTICO 5



PÓRTICO 6



| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL |  |
| FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL | | |
| DISEÑO DE PROPUESTA EDIFICACIÓN HOTEL LAS ROCAS | | |
| ELABORADO: ALFONSO GABRIEL BUSTAMANTE BAQUE EDISON VICENTE SUASNAVAS YAGUAL | | |



UNIVERSIDAD LAICA
VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL



FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE PROPUESTA EDIFICACIÓN
HOTEL LAS ROCAS

ELABORADO:
ALFONSO GABRIEL BUSTAMANTE BAQUE
EDISON VICENTE SUASNAVAS YAGUAL

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Volumen de concreto
 Volumen de acero
 Volumen de alambres
 Volumen de arena
 Volumen de grava

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

| | | |
|---|------|------|
| 1 | 600 | 12 |
| 2 | 1000 | 12 |
| 3 | 4000 | 1200 |
| 4 | 1000 | 1000 |

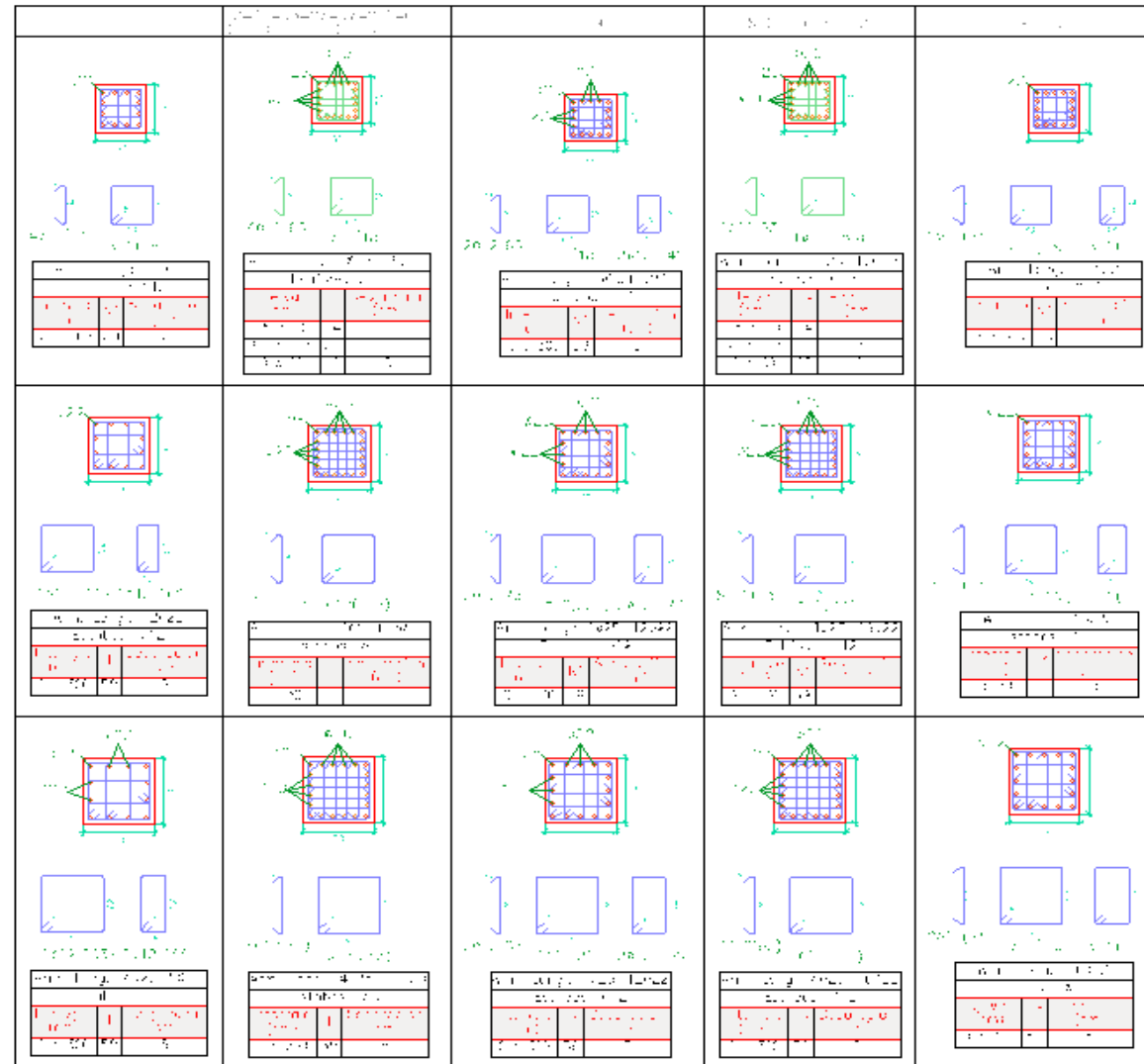
Volumen de concreto
 Volumen de acero
 Volumen de alambres
 Volumen de arena
 Volumen de grava


UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL


FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL


DISEÑO DE PROPUESTA EDIFICACIÓN HOTEL LAS ROCAS

ELABORADO:
ALFONSO GABRIEL BUSTAMANTE BAQUE
EDISON VICENTE SUASNAVAS YAGUAL



UNIVERSIDAD LAICA
 VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
 Y CONSTRUCCIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

| Sección | Aspa | Longitud | Diámetro | Vol. de H. |
|---------|------|----------|----------|------------|
| 1 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 2 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 3 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 4 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 5 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 6 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 7 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 8 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 9 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 10 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 11 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 12 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 13 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 14 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 15 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 16 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 17 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 18 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 19 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 20 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 21 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 22 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 23 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 24 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 25 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 26 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 27 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 28 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 29 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 30 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 31 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 32 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 33 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 34 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 35 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 36 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 37 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 38 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 39 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 40 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 41 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 42 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 43 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 44 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 45 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 46 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 47 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 48 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 49 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 50 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 51 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 52 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 53 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 54 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 55 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 56 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 57 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 58 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 59 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 60 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 61 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 62 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 63 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 64 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 65 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 66 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 67 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 68 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 69 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 70 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 71 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 72 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 73 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 74 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 75 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 76 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 77 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 78 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 79 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 80 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 81 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 82 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 83 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 84 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 85 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 86 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 87 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 88 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 89 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 90 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 91 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 92 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 93 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 94 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 95 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 96 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 97 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 98 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 99 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |
| 100 | 100 | 100 | 10 | 0.0314 |


UNIVERSIDAD LAICA
VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL


FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO DE PROPUESTA EDIFICACIÓN
HOTEL LAS ROCAS

ELABORADO:
ALFONSO GABRIEL BUSTAMANTE BAQUE
EDISON VICENTE SUASNAVAS YAGUAL

ANEXOS FOTOGRÁFICOS



Fotografía #1 Hotel Las Rocas de la ciudad Manta antes del sismo 16 de abril de 2016.



Fotografía #2 Hotel Las Rocas de la ciudad Manta después del sismo 16 de abril de 2016.



Fotografía #3 Inspección de los elementos dañados.



Fotografía #4 Inspección detalles constructivos.



Fotografía #5 Evaluación de los daños estructurales y no estructurales de la edificación.



Fotografía #5 Evaluación de los daños estructurales y no estructurales de la edificación.