



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL CARRERA DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**ANÀLISIS SÌSMICOS EN LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIOS BASADO EN  
LAS NORMAS NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, PARA LA  
EMPRESA INMOBILIARIA CORTEZ**

**TUTOR:**

**MSC. JULY HERRERA VALECNIA**

**AUTORES:**

**KLEBER GRANDA SARAGURO**

**LUIGUI ESPINOSA CENTENO**

**GUAYAQUIL,2022**

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS**

**TÍTULO Y SUBTÍTULO:**

**Análisis sísmicos en los sistemas contra incendios basado en las normas N.F.P.A, para la empresa inmobiliaria Cortez**

**AUTOR/ES:**

**Luigui Joel Espinosa Centeno  
Kleber Alejandro Granda  
Saraguro**

**REVISORES O TUTORES:**

**Msc. Ing. Herrera Valencia July Roxana**

**INSTITUCIÓN:**

**Universidad Laica Vicente  
Rocafuerte de Guayaquil**

**Grado obtenido:**

**Tercer nivel de grado**

**FACULTAD:**

**Facultad de Ingeniería, Industria  
y Construcción**

**CARRERA:**

**INGENIERÍA CIVIL**

**FECHA DE PUBLICACIÓN:**

**2022**

**N. DE PAGS:**

**55**

**ÁREAS TEMÁTICAS: Ingeniería y Construcción.**

**PALABRAS CLAVE: Sismo, Construcción, Cálculo.**

**RESUMEN:**

**Este trabajo pretende servir de referencia a aquellas personas que deseen tener una visión general para los análisis sísmicos de diseño contra incendios. Para estudiar estos parámetros necesitamos verificar, las construcciones de los sistemas. Análisis**

de un Sistema Contra Incendio En Base A La Normas NFPA, para la Empresa Cortez, que se eficaz y cumpla los requisitos normativos aplicadas. Ya que cierto establecimiento no cuenta con un sistema contra incendio, que se va hacer cálculos. La factibilidad del proyecto que se justifica al presentar el análisis de costos entre un sistema bombeo certificado por N.F.P.A, uno ensamblado local y que también cumpla esos estándares internacionales. Presentar recomendaciones para una adecuada inspección, mantenimiento pruebas para asegurar la operatividad y adecuado funcionamiento. para el análisis de los movimientos sísmico dentro de la tubería contra incendio aplicando las normas National Fire Protection Association (N.F.P.A). Obtendremos datos a través de una aplicación llamada Sap estos datos serán valiosos para el análisis de cargas en las tuberías de sistemas contra incendio.

|                                                                                                           |                                                                                                                                                                                         |                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>N. DE REGISTRO</b> (en base de datos):                                                                 | <b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>                                                                                                                                                             |                                                                          |
| <b>DIRECCIÓN URL</b> (tesis en la web):                                                                   |                                                                                                                                                                                         |                                                                          |
| <b>ADJUNTO PDF:</b>                                                                                       | SI <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                                                                                  | NO <input type="checkbox"/>                                              |
| <b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b><br><br>Espinosa Centeno Luigui Joel<br><br>Kleber Alejandro Granda Saraguro | <b>Teléfono:</b><br><br>0961963114<br><br>0963384090                                                                                                                                    | <b>E-mail:</b><br><br>lespinosac@ulvr.edu.ec<br><br>kgrandas@ulvr.edu.ec |
| <b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>                                                                        | Mg. Ing. Civil Andrade Laborde Milton Gabriel<br><br>Decano de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción.<br><br>Teléfono: 2596500 Ext. 210<br><br>E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec |                                                                          |

# CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA

Visualizador de documentos

## Turnitin Informe de Originalidad

Procesado el: 30-ene.-2022 18:58 -05  
Identificador: 1751345148  
Número de palabras: 6042  
Entregado: 1

| Índice de similitud | Similitud según fuente                                                   |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>5%</b>           | Internet Sources: 4%<br>Publicaciones: 0%<br>Trabajos del estudiante: 2% |

**ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS SÌSMICOS EN LOS S... Por Kleber Y Luigui Granda Saraguro Y Espinosa Centeno**

[excluir citas](#) [Excluir bibliografía](#) [excluir las coincidencias menores](#) modo:

**Change mode** [imprimir](#) [actualizar](#) [descargar](#)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1% match (Internet desde 23-ene.-2022)<br><a href="http://educationdoxbox.com">http://educationdoxbox.com</a>                                                                                                                                                                                                            | ✕ |
| 1% match (trabajos de los estudiantes desde 23-nov.-2017)<br><a href="#">Submitted to Universidad Católica de Santa María on 2017-11-23</a>                                                                                                                                                                              | ✕ |
| 1% match (Internet desde 20-sept.-2021)<br><a href="https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/check-valve-installation-and-benefits.html">https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/check-valve-installation-and-benefits.html</a>                                                                                     | ✕ |
| <1% match (trabajos de los estudiantes desde 13-ago.-2020)<br><a href="#">Submitted to Universidad Continental on 2020-08-13</a>                                                                                                                                                                                         | ✕ |
| <1% match (trabajos de los estudiantes desde 07-dic.-2016)<br><a href="#">Submitted to Universidad Continental on 2016-12-07</a>                                                                                                                                                                                         | ✕ |
| <1% match (trabajos de los estudiantes desde 01-mar.-2017)<br><a href="#">Submitted to Universidad Continental on 2017-03-01</a>                                                                                                                                                                                         | ✕ |
| <1% match (Internet desde 14-ene.-2022)<br><a href="https://nanopdf.com/download/tesis-2014pdf_pdf">https://nanopdf.com/download/tesis-2014pdf_pdf</a>                                                                                                                                                                   | ✕ |
| <1% match (Internet desde 13-oct.-2021)<br><a href="https://nanopdf.com/download/cd-2752pdf_pdf">https://nanopdf.com/download/cd-2752pdf_pdf</a>                                                                                                                                                                         | ✕ |
| <1% match (Internet desde 17-ene.-2022)<br><a href="https://nanopdf.com/download/11-repositorio-digital-de-los-trabajos-de-graduacion-de-los-egresados-de-la-facu_pdf">https://nanopdf.com/download/11-repositorio-digital-de-los-trabajos-de-graduacion-de-los-egresados-de-la-facu_pdf</a>                             | ✕ |
| <1% match (Internet desde 19-dic.-2020)<br><a href="https://www.researchgate.net/publication/45804643_Disenyo_y_construccion_de_un_sistema_de_deteccion_y_alarma_contra_incendios">https://www.researchgate.net/publication/45804643_Disenyo_y_construccion_de_un_sistema_de_deteccion_y_alarma_contra_incendios</a>     | ✕ |
| <1% match (Internet desde 13-nov.-2020)<br><a href="https://www.researchgate.net/publication/334132182_Programa_de_prevencion_de_riesgos_psicosociales_para_una_institucion_partici">https://www.researchgate.net/publication/334132182_Programa_de_prevencion_de_riesgos_psicosociales_para_una_institucion_partici</a> | ✕ |
| <1% match (Internet desde 04-dic.-2020)<br><a href="https://www.researchgate.net/publication/335797843_Propuesta_de_Intervencion_de_Trabajo_Social_en_ninos_y_ninas_victimas_de_r">https://www.researchgate.net/publication/335797843_Propuesta_de_Intervencion_de_Trabajo_Social_en_ninos_y_ninas_victimas_de_r</a>     | ✕ |
| <1% match (Internet desde 19-abr.-2021)<br><a href="http://repositorio.udh.edu.pe">http://repositorio.udh.edu.pe</a>                                                                                                                                                                                                     | ✕ |
| <1% match (Internet desde 25-ene.-2022)                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ✕ |

Firma:



Msc. July Herrera Valencia

C.C. 0916201569

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados LUIGUI JOEL ESPINOSA CENTENO, KLEBER ALEJANDRO GRANDA SARAGURO declaramos bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, Análisis Sísmico en los sistemas contra incendios basado en las N.F.P.A, para la empresa inmobiliaria Cortez, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

Firma:



Luigui Joel Espinosa Centeno

C.I. 0954062246

Firma:



Kleber Alejandro Granda Saraguro

C.I.0950990101

## CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **ANÁLISIS SÍSMICOS EN LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO EN BASE A LAS NORMAS NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, PARA LA EMPRESA INMOBILIARIA CORTEZ** designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado **ANÁLISIS SÍSMICOS EN LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIO EN BASE A LAS NORMAS NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, PARA LA EMPRESA INMOBILIARIA CORTEZ** presentado por los estudiantes **LUIGUI ESPINOSA CENTENO** y **KLEBER GRANDA SARAGURO** como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



Msc. July Herrera Valencia

C.C. 0916201569

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a Dios y la Virgen María por ponerme donde estoy, también a toda mi familia por darme ánimo durante este proceso y apoyo. A mis docentes de la Universidad Laica Vicente Roca fuerte por impartirme ese conocimiento. A mis amigos de toda la vida que me acompañan desde siempre.

**Kleber Alejandro Granda Saraguro**

A Dios sobre todas las cosas, a mi madre que se esforzó por buscar dinero para poder estudiar en la universidad, a mis tíos que siempre me ayudaron en lo económico. A todos mis profesores y compañeros.

**Luigi Espinosa Centeno**

## **DEDICATORIA**

A Dios sobre todas las cosas, a las personas que están en el cielo, pero siempre permanecerán dentro de mi corazón, A toda mi familia por el sostenimiento moral y apoyo.

**Kleber Alejandro Granda Saraguro**

A Dios y a mi Padre, que falleció cuando recién empezaba la universidad, a la virgen María por ayudarme a seguir este camino.

**Luigi Espinosa Centeno**

## ÍNDICE GENERAL

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>CONTENIDO</b>                                                       |            |
| <b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS .....</b>                                | <b>ii</b>  |
| <b>CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD ACADÉMICA .....</b>                     | <b>iv</b>  |
| <b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES .....</b> | <b>v</b>   |
| <b>CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....</b>                      | <b>vi</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTO .....</b>                                            | <b>vii</b> |
| <b>DEDICATORIA.....</b>                                                | <b>vii</b> |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>                                           | <b>xi</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>                                          | <b>xii</b> |
| <b>ÍNDICE DE ECUACIÓN.....</b>                                         | <b>13</b>  |
| <b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>                                           | <b>14</b>  |
| <b>CAPÍTULO I.....</b>                                                 | <b>1</b>   |
| <b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>                                | <b>1</b>   |
| <b>1.1 Tema: .....</b>                                                 | <b>1</b>   |
| <b>Planteamiento del Problema: .....</b>                               | <b>1</b>   |
| <b>1.2 Formulación del Problema: .....</b>                             | <b>1</b>   |
| <b>1.3 Objetivo General .....</b>                                      | <b>2</b>   |
| <b>1.4 Objetivos Específicos.....</b>                                  | <b>2</b>   |
| <b>1.5 Hipótesis .....</b>                                             | <b>2</b>   |

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Variable Independiente:</b> .....                                              | <b>2</b>  |
| <b>Variable Dependiente:</b> .....                                                | <b>2</b>  |
| <b>1.6 Línea de Investigación Institucional/Facultad.</b> .....                   | <b>3</b>  |
| <b>CAPÍTULO II</b> .....                                                          | <b>4</b>  |
| <b>MARCO TEÓRICO</b> .....                                                        | <b>4</b>  |
| <b>2.1 Fundamentos Teóricos</b> .....                                             | <b>4</b>  |
| <b>2.1.1 Comportamiento Sísmico.</b> .....                                        | <b>4</b>  |
| <b>2.1.2 Interacción suelo – estructura.</b> .....                                | <b>4</b>  |
| <b>2.1.3 Refuerzo sísmico rociadores.</b> .....                                   | <b>5</b>  |
| <b>2.1.4 Fuerza de diseño por corte</b> .....                                     | <b>6</b>  |
| <b>Marco Legal:</b> .....                                                         | <b>16</b> |
| <b>CAPÍTULO III.</b> .....                                                        | <b>18</b> |
| <b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....                                      | <b>18</b> |
| <b>3.1 Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)</b> ..... | <b>18</b> |
| <b>3.2 Alcance de la investigación:</b> .....                                     | <b>18</b> |
| <b>3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos.</b> .....                   | <b>18</b> |
| <b>3.4 Población y muestra</b> .....                                              | <b>18</b> |
| <b>Análisis de los resultados.</b> .....                                          | <b>19</b> |
| <b>Configuración estructural</b> .....                                            | <b>27</b> |
| <b>CONCLUSIONES.</b> .....                                                        | <b>35</b> |

|                                        |           |
|----------------------------------------|-----------|
| <b>RECOMENDACIONES .....</b>           | <b>36</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b> | <b>37</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                     | <b>39</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabla 1 Línea de investigación.....</b>                                                                       | <b>3</b>  |
| <b>Tabla 2 Cálculo del sistema contra incendios .....</b>                                                        | <b>19</b> |
| <b>Tabla 3 Referencia SPRINCAD .....</b>                                                                         | <b>20</b> |
| <b>Tabla 4 Carga Muerta .....</b>                                                                                | <b>24</b> |
| <b>Tabla 5 Carga viva.....</b>                                                                                   | <b>25</b> |
| <b>Tabla 6 tipo de estructura .....</b>                                                                          | <b>25</b> |
| <b>Tabla 7 Cálculo de T.....</b>                                                                                 | <b>26</b> |
| <b>Tabla 8 tipo de uso, destino e importancia .....</b>                                                          | <b>26</b> |
| <b>Tabla 9 Coeficiente R sistemas estructurales dúctiles .....</b>                                               | <b>27</b> |
| <b>Tabla 10 Tipos de perfiles .....</b>                                                                          | <b>29</b> |
| <b>Tabla 11 Coeficientes de aplicación o de amplificación dinámica de perfiles de suelo<br/>fa, fd y fs.....</b> | <b>30</b> |
| <b>Tabla 12 Cálculo de Tc .....</b>                                                                              | <b>31</b> |
| <b>Tabla 13 Calculo de To.....</b>                                                                               | <b>32</b> |
| <b>Tabla 14 Combinaciones de carga del método de carga de LRFD.....</b>                                          | <b>33</b> |
| <b>Tabla 15 Calculo de T.....</b>                                                                                | <b>34</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Ilustración 1 Esquema físico de la interacción suelo- estructura en las edificaciones de una cimentación X, Y e Z. ....</b> | <b>4</b>  |
| <b>Ilustración 2 Refuerzo de balanceo lateral- Refuerzo laterales con uniones.....</b>                                         | <b>6</b>  |
| <b>Ilustración 3 Motor con reductor excéntrico.....</b>                                                                        | <b>8</b>  |
| <b>Ilustración 4 Motor con reductor concéntrico a la descarga .....</b>                                                        | <b>8</b>  |
| <b>Ilustración 5 Cabezal de Prueba.....</b>                                                                                    | <b>9</b>  |
| <b>Ilustración 6 Válvula Check.....</b>                                                                                        | <b>9</b>  |
| <b>Ilustración 7 Válvula de Alivio. ....</b>                                                                                   | <b>10</b> |
| <b>Ilustración 8 Mapa conceptual del análisis sistema contra incendios responsable... </b>                                     | <b>10</b> |
| <b>Ilustración 9 Perfil usado .....</b>                                                                                        | <b>21</b> |
| <b>Ilustración 10 detalles de tipo A .....</b>                                                                                 | <b>22</b> |
| <b>Ilustración 11 Detalles de tipo B .....</b>                                                                                 | <b>22</b> |
| <b>Ilustración 12 Modelo de análisis .....</b>                                                                                 | <b>23</b> |
| <b>Ilustración 13 Mapa conceptual de cargas .....</b>                                                                          | <b>24</b> |
| <b>Ilustración 14 Configuración recomendada .....</b>                                                                          | <b>27</b> |
| <b>Ilustración 15 Irregularidad Penalizada en elevación.....</b>                                                               | <b>28</b> |

## ÍNDICE DE ECUACIÓN

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Ecuación 1 Corte de diseño .....           | 6  |
| Ecuación 2 Período de vibración .....      | 25 |
| Ecuación 3 Irregularidades en planta ..... | 28 |
| Ecuación 4 Período de Vibración .....      | 31 |
| Ecuación 5 T L .....                       | 31 |
| Ecuación 6 To .....                        | 31 |
| Ecuación 7 Cálculo de Sa 1 .....           | 32 |
| Ecuación 8 Cálculo de Sa 2 .....           | 32 |
| Ecuación 9 de Sa para 0.....               | 33 |
| Ecuación 10 Cortante Basal ( V).....       | 33 |
| Ecuación 11 T .....                        | 34 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Anexo 1</b> Tabla zona sísmica .....                | <b>39</b> |
| <b>Anexo 2</b> Mapa del diseño sísmico .....           | <b>40</b> |
| <b>Anexo 3</b> Ilustración Elástico e Inelástico ..... | <b>41</b> |

# CAPÍTULO I

## DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 Tema:

Análisis sísmicos en los sistemas contra incendio en base a las normas National Fire Protection Association, para la empresa inmobiliaria Cortez.

### Planteamiento del Problema:

Analizar desde el punto de vista técnico las cargas contra incendio que influyen en el edificio de la inmobiliaria Cortez, como sabemos el riesgo de sismos trae consecuencias graves en las empresas, por lo tanto, analizar las cargas de movimientos, en un sistema contra incendios, es de gran ayuda, ya que con ello puede ser un medio de salvación para la empresa.

Las respuestas ante una amenaza, normalmente es escapar del sitio de peligro que buscar un mecanismo mediante el cual se logre canalizar dicho comportamiento, el análisis representará en el evento de un siniestro un factor importante para el enfrentamiento del mismo. Este estudio contemplará el análisis de la norma internacional NFPA en la prevención de incendios y su aplicación en sus instalaciones.

### 1.2 Formulación del Problema:

¿De qué manera se puede analizar los esfuerzos en las estructuras contra incendio frente un sismo?

¿Cómo las normas National Fire Protection Association garantiza la estabilidad de las estructuras contra incendio?

### **1.3 Objetivo General**

- Analizar los sismos en los sistemas contra incendio en base a las normas National Fire Protection Association, para la empresa inmobiliaria Cortez

### **1.4 Objetivos Específicos**

- Identificar zonas vulnerables en los sistemas contra incendios dentro de las instalaciones de la inmobiliaria.
- Aplicar las normas National Fire Protection Association en una empresa.
- Realizar un estudio sísmico, a través de Sap, calculando las cargas contra incendios.

### **1.5 Hipótesis**

Es posible, analizar los daños que se producen en las tuberías contra incendios producto de un sismo, aplicando las normas NFPA, ya que será rápido, eficaz al momento de producirse un incendio, evitando pérdidas humanas y materiales.

Variable Independiente:

Los daños que se producen en las tuberías contra incendio.

Variable Dependiente:

Las normas National Fire Protection Association.

## 1.6 Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Tabla 1 Línea de investigación

| <b>LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b>                                                                                         |               |                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| <b>ULVR</b>                                                                                                           | <b>FIIC</b>   | <b>Sublínea</b> |
| Urbanismo y Análisis sísmico de un sistema contra incendio en base a las normas national fire protection association, | 1. Territorio | A. Habidad      |

**Nota:** En esta tabla se refiere a un análisis sísmico de un sistema contra incendio.

**Fuente:** Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil (2021)

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Fundamentos Teóricos

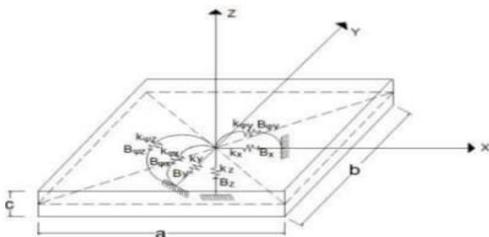
##### 2.1.1 Comportamiento Sísmico

Las construcciones de los edificios en Ecuador la mayor parte son de Hormigón Armado ya que su economía y su estabilidad favorece a los constructores ecuatorianos también gracias a su rigidez ayuda a disminuir las deformaciones sísmicas y reducir el daño en los elementos estructurales y no estructurales; por lo tanto, para un buen comportamiento cuando sucedan sismos es necesario que estos elementos posean cierta ductilidad. (riesgo, 2022)

##### 2.1.2 Interacción suelo – estructura

El análisis de interacción suelo – cimentación – superestructura es resumida como la dinámica entre la estructura y la cimentación, transfiriendo al edificio, considerando el análisis real, que se da frente un evento sísmico.

Las vibraciones, y esfuerzos sísmicos que ocurren en la base de la estructura, se determinan como resultado de la solución de los problemas de contacto dinámico. Es por ello, por lo que la cimentación se debe analizar como un cuerpo sólido indeformable o infinitamente rígido.



Nota: Estructura de edificaciones con plateas de cimentación vista de la planta alta en el software Autocad.

Ilustración 1 Esquema físico de la interacción suelo- estructura en las edificaciones de una cimentación X, Y e Z.

Fuente: Libro de interacción suelo. (Villareal, 2017)

### **2.1.3 Refuerzo sísmico rociadores**

Mahoney, Sean. (2021). Un sistema de rociadores contra incendios que requiere protección sísmica se mantiene en su lugar dentro de un edificio con alguna combinación de arriostramiento anti oscilante, soportes de restricción y soportes de tubería. Estos componentes deberían disponerse de tal manera que se controle todo el posible movimiento horizontal esperado de un terremoto.

El arriostramiento exitoso de los sistemas de protección contra incendios implica determinar los factores de fuerza apropiados, la colocación tentativa de arriostramientos anti oscilante, determinar las cargas a los arriostramientos y verificar que las cargas puedan ser transportadas por los componentes del arriostramiento anti oscilante.

Se proporciona un arriostramiento anti oscilante para evitar el movimiento excesivo de la tubería del sistema. El desplazamiento de una tubería grande debido a un terremoto ha causado que se suelten soportes colgantes y fracturen accesorios. Con algunas excepciones, se requieren refuerzos sísmicos en las siguientes ubicaciones:

Parte superior de la tubería montante del sistema. Todas las tuberías de alimentación y transversales u otras tuberías independientemente del tamaño Líneas ramales de 2½ pulg. (65 mm) de diámetro y más grandes sólo arriostramientos laterales.

NFPA 13 contiene requisitos tanto para riostras laterales (perpendiculares a la tubería) y longitudinales (paralelas a la tubería) (que se muestran a continuación). El espaciamiento máximo de las riostras laterales de 40 pies (12 m) se basa en la resistencia de la tubería como una viga bajo la carga uniforme de su "peso" horizontal esperado. Se requieren riostras longitudinales con una separación máxima de 80 pies (24 m).

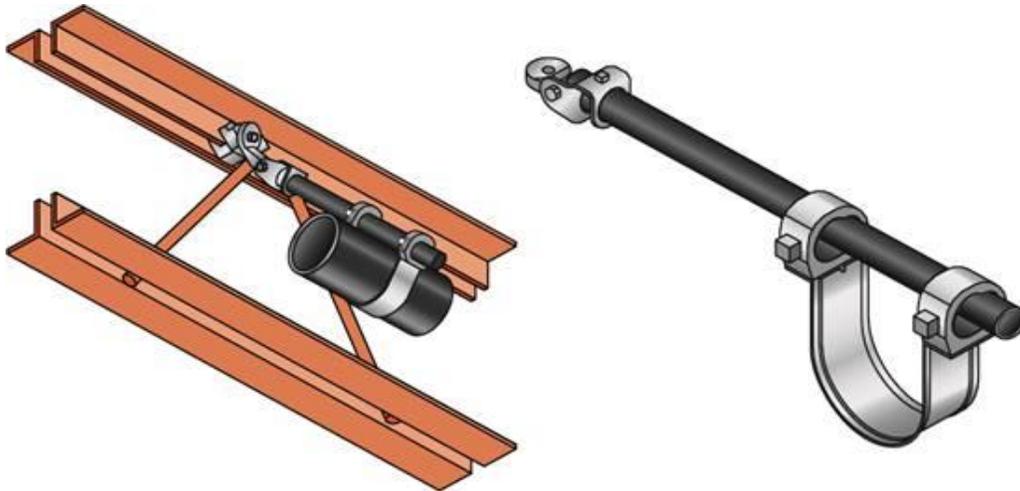


Ilustración 2 Refuerzo de balanceo lateral- Refuerzo laterales con uniones  
Fuente: National Fire Protection Association de la Norma 13 - (2021).

#### 2.1.4 Fuerza de diseño por corte

La fuerza cortante de la columna no debe ser mayor que la fuerza determinada de los nodos, basada en  $m_{pr}$  de las vigas que llegan al nodo.

Ecuación 1 Corte de diseño

$$V_e = \frac{M_{prv}^{Izq} + M_{prv}^{der}}{l_c}$$

Donde:

$V_e$ = Corte de diseño

$l_c$ = longitud de la columna

$M_{prv}^{Izq}$  = momento máximo probable de la viga izquierda

$M_{prv}^{der}$  = momento máximo probable de la viga

### **2.1.5 Tuberías contra Incendio**

El agua en los sistemas contra incendios, es tomada desde la reserva de agua hacia los lugares protegidos por medio de la red principal de tuberías, como se indican en los planos. Todas las juntas entre tuberías de diámetro menor a 2 y accesorios son con rosca cónica para tubería NPT. Estos accesorios cumplirán la norma ASTM A90.

- Todas las juntas entre tuberías que sean de diámetro menor a 2” y accesorios son con rosca cónica para tubería NPT. Estos accesorios cumplirán con la Norma ASTM A90.
- La tubería se podrá instalar enterrada a un nivel mínimo de 0.8 m bajo la cota nominal del terreno, solo en caso excepcionales que se establezcan en terreno. Cualquier modificación en este sentido debe ser expresamente autorizado por la fiscalización
- El abastecimiento de agua para los gabinetes de mangueras y sistemas automáticos instalados en la zona de planta, será asegurada por una red de tuberías de acero al carbono ASTM A53 cedula 40
- Las uniones de la tubería con válvulas y equipos serán con bridas lisas Ansi para 250 lbs, soldadas a dicha tubería. Para la conexión entre bridas se usaran pernos de diámetro apropiado y empaques de neopreno con refuerzo de lona de 3 mm de espesor.

### **2.1.6 Conectores**

Los accesorios y conectores deberán estar clasificados para una presión ANSI 125 como mínimo, los siguientes tipos de accesorios deberán ser incluidos, en concordancia con las NFPA13.

### 2.1.6.1 Reductor excéntrico a la succión

Su función principal es la de tomar una columna de agua y reducirla a una menor columna de agua. Es usada a menudo para elemento de descarga en una bomba.

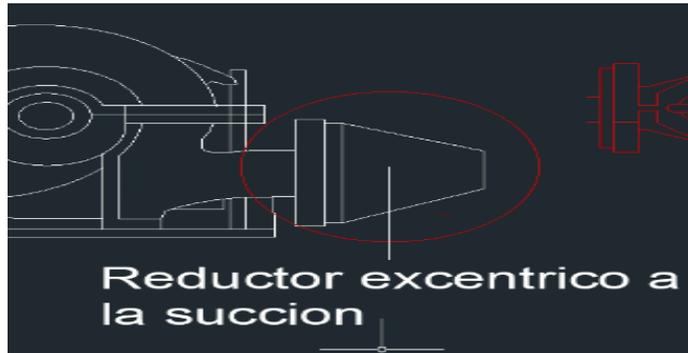


Ilustración 3 Motor con reductor excéntrico  
Elaborado por: (Espinosa, 2022).

### 2.1.6.2 Reductor concéntrico a la descarga

Su función principal es la de tomar una columna de agua y reducirla a una menor columna de agua. Es usada para tuberías menores a 4" pulgadas y la cual, se usa en motores de bajo HP para bomba de 500 GPM.



Ilustración 4 Motor con reductor concéntrico a la descarga  
Elaborado por: (Espinosa, 2022).

### 2.1.6.3 Cabezal de Prueba

El cabezal de prueba sirve de ayuda al momento de un siniestro, la mayor parte de este cabezal se encuentra cerca de la bomba contra Incendios, para ellos se utilizan válvulas supervisadas.

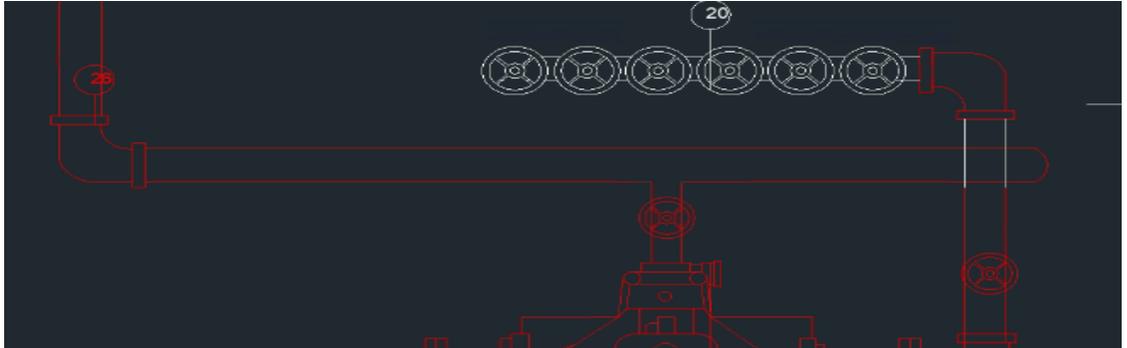


Ilustración 5 Cabezal de Prueba

Elaborado por: (Espinosa, 2022).

### 2.1.6.4 Válvula Check

Esta válvula permite fluir el agua en una dirección, pero corta el paso para prevenir la columna de agua en dirección opuesta. Se coloca una válvula check a la salida de los riser, aun si la tubería de salida de la trampa está conectada a una línea común de colección, el condensado que se descarga del equipo en operación no creara contra flujo en el equipo que se encuentra fuera de servicio.



Ilustración 6 Válvula Check.

Elaborado por: (Espinosa, 2022).

### 2.1.6.5 Válvula Alivio

La válvula de alivio de presión es una válvula regulable capaz de mantener la presión constante al sistema, permite mantener una columna de agua adecuada para el sistema, usando la energía del fluido, conduciendo y descargando, regulando la posición del obturador.



Ilustración 7 Válvula de Alivio.

Elaborado por: (Espinosa, 2022).

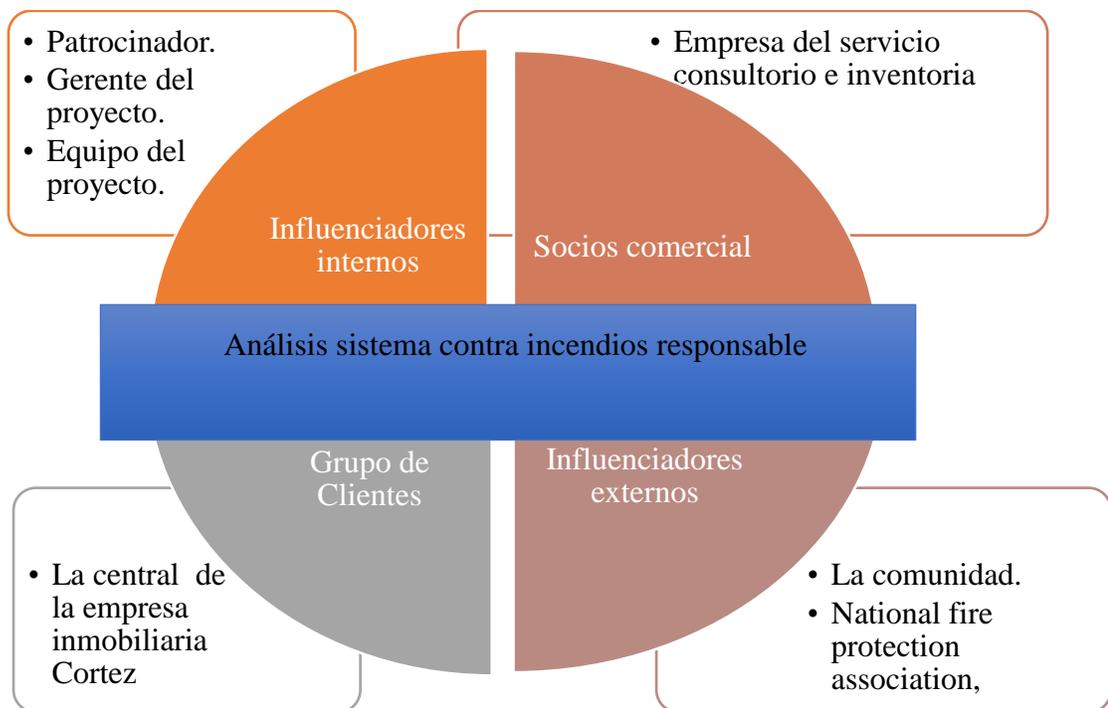


Ilustración 8 Mapa conceptual del análisis sistema contra incendios responsable.

Elaborado por: (Granda, 2022).

“El Sistema de Control y Protección contra Incendios implementado en el Hospital General de Macas, permite mejorar la eficiencia del personal técnico encargado para responder ante un evento de emergencia ya que se reduce el tiempo requerido para identificar y resolver la situación; además la comunidad hospitalaria y pacientes que acuden al hospital se mantienen informados sobre el correcto uso del sistema con el fin de disminuir al máximo los casos de falsas alarmas. El presente trabajo desarrolla las etapas del sistema que son: la adquisición de datos, procesamiento de la información, visualización de la información y actuadores. Los datos adquiridos provienen de un sistema anteriormente implementado en el establecimiento. El procesamiento de datos se basa en un dispositivo Arduino y la visualización de la información mediante una interfaz ejecutable desde un computador o dispositivo móvil. El presente proyecto de investigación está compuesto por cinco capítulos descritos a continuación: Primer Capítulo: Se detalla el problema que posee el actual sistema de detección y alarma contra incendios en el Hospital General de Macas, la justificación y los objetivos propuestos para el proyecto de investigación. Segundo Capítulo: Consta de los antecedentes investigativos sobre sistemas contra incendios, su diseño e implementación. Además, se desarrolla el marco teórico basado en el tema de investigación. Tercer Capítulo: Especifica las diferentes técnicas de investigación a las que se recurrió, la forma de obtención y análisis de la información y finalmente las pautas para el desarrollo del proyecto. Cuarto Capítulo: Se indica detalladamente el desarrollo del prototipo para el Sistema de Control y Protección contra Incendios. Quinto Capítulo: Se muestran las conclusiones y recomendaciones obtenidas durante el desarrollo y construcción del Sistema de Control y Protección contra Incendios”. (Romero, 2017)

“Los proyectos arquitectónicos de edificios de departamentos deben cumplir lo que establece el Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios para mitigar los siniestros producidos en un eventual incendio. El cual establece que todos los proyectos arquitectónicos y de ingeniería, en edificaciones a construirse, así como la modificación, remodelación de las ya existentes deben cumplir con el establecido en este reglamento, MIES (2009). Donde también se refiere a que las municipalidades a través de su Cuerpo de Bomberos deben aprobar los proyectos y expedir un certificado de Visto Bueno en lo referente a la prevención y seguridad contra incendios. Por lo expuesto anteriormente es necesario tener el conocimiento en el diseño de los sistemas de prevención contra incendios y complementar con la automatización de los sistemas para obtener información en tiempo real para tomar las mejores soluciones. Por este motivo se tiene que garantizar la seguridad de sus ocupantes para evitar la pérdida de vidas humanas y de los bienes materiales. Los incendios son un problema que se produce por diferentes factores los cuales no se los puede evitar en muchos casos, pero si controlar a través del cumplimiento de los reglamentos, normas técnicas nacionales que están basadas en las normas internacionales como las (National Fire Protection Association) (NFPA). En los incendios el tiempo es uno de los factores que influye directamente en las pérdidas de vidas humanas y el daño de la infraestructura, debido a que los conatos de incendio inician en sectores que no son identificados tempranamente y al no existir un sistema de alerta temprana que permita identificar el siniestro complicando en la evacuación y en la toma de decisiones. Los sistemas de prevención contra incendios son los encargados de detectar, activar las alarmas de alerta, declarar la emergencia y extinguir el mismo, con un sistema de alerta temprana que permita recibir la información en tiempo real y dar soluciones inmediatas. De esta manera se logra suprimir de manera eficiente el siniestro en cualquier área localizada de la infraestructura.” (Javier, 2018)

“El presente proyecto tiene como objetivo fundamental el diseño de un sistema de detección de incendios para la empresa Triboilgas Cía. Ltda, el sistema garantizará la seguridad de los trabajadores y los bienes materiales de la empresa en caso de un incendio, para este efecto se dividirá al proyecto en los siguientes capítulos: El primer capítulo (Fundamento del proyecto) presenta toda la información detallada de los componentes y las bases por las cuales se realizará el diseño, la justificación del por qué es necesario realizar el análisis de seguridad y los objetivos que se deben cumplir en el transcurso del proyecto. El segundo capítulo (Fundamento teórico) presenta toda la información detallada de los riesgos, técnicas de seguridad industrial y todo lo que respecta a estudios del comportamiento del fuego, sus componentes y las técnicas para sofocarlos además de la descripción de la empresa. El tercer capítulo (Diseño del sistema de detección de incendio) utilizando la normativa internacional que presenta la NFPA 72 se realiza la elección de los diferentes componentes que constituyen el sistema de alarma y el sistema de detección, al elegir los tipos de detectores, la posición de la alarma y la determinación del cable y tubería a usar para el diseño. El cuarto capítulo (Análisis financiero) es una valoración del costo de los diferentes elementos del sistema hasta establecer su costo total y el beneficio que tendría para la empresa tanto en lo económico como en la seguridad de sus instalaciones. Como parte final se incluyen anexos que hacen referencia a las normas aplicadas en el diseño del sistema, además de los planos de la ubicación del sistema de alarma y detección, plano de ruta de evacuación, plano unifilar de la conexión y de las dimensiones del área de almacenamiento.” (Javier, 2018)

“El objetivo principal de este proyecto fue diseñar un sistema de detección de incendios para la empresa Triboilgas Cía. según Ltda, el sistema garantizará la seguridad de trabajadores y los activos físicos de la empresa en caso de un incendio, para tal efecto el

proyecto se dividirá en los siguientes capítulos:

Primer Capítulo: Base del Proyecto presenta los detalles detallando los componentes y fundamentos sobre los cuales se realizará el diseño, explicando por qué se requiere el análisis de seguridad y los objetivos. La meta debe lograrse en el transcurso del proyecto.

El segundo capítulo: Teoría presenta todos los detalles de los peligros, técnicas de seguridad industrial y todo lo que es relevante para el estudio del comportamiento del fuego. Sus componentes y técnicas para prevenirlos están más allá de la descripción de la empresa.

Tercer Capítulo: Diseño de sistemas de detección de incendios, utilizando el estándar internacional presentado por NFPA 72, selecciona componentes diferentes que conforman los sistemas de alarma y detección, al seleccionar tipos de detectores, ubicación de alarmas e identificación de cables y conductos a ser utilizado en el diseño.

El cuarto capítulo: Análisis financiero es una evaluación de costos de los diferentes elementos del sistema hasta que se establezcan sus costos totales y los beneficios que trae a la empresa tanto económicamente, como en la economía y seguridad de sus instalaciones.

Finalmente, se incluyen anexos que abordan las normas a ser aplicadas en el diseño del sistema, junto con los planos de ubicación del sistema de alerta y detección, planos de ruta de evacuación, plano de conexión de línea única y tamaño de área de almacenamiento.” (Valverde, 2018)

“La arquitectura multifuncional es la integración de diferentes funciones en un mismo espacio, incluida la adaptación funcional al lugar donde se ubican y su relación con la respuesta a los problemas urbanos. Desde una perspectiva convencional, estos son espacios dentro del mismo edificio que se utilizan para una variedad de ocupaciones. Este uso diverso obliga a constructores y usuarios finales a adaptar los proyectos de construcción a diferentes estándares de

construcción para cada clase de capacidad. Si bien los diseñadores y constructores de proyectos urbanos siguen los estándares para garantizar la durabilidad y seguridad de los edificios, las regulaciones de construcción pueden requerir diferentes elementos de protección, dependiendo del tipo de protección. Depende de las operaciones que se realicen en el interior. Por ejemplo, los estándares de seguridad deben ser cumplidos por un edificio diseñado para ser utilizado como entretenimiento al estilo de casinos, con máquinas tragamonedas, en las que se ofrecen servicios a los clientes: comer y beber bebidas alcohólicas, con 2 horas de actividad; no deben ser los mismos requisitos para un edificio habitado permanentemente unidades de vivienda multifamiliar. Sin embargo, la tendencia mundial, con mayor incidencia en ciudades con una población de rápido crecimiento de, es el diseño y construcción de edificios que permitan a integrar diferentes actividades en un solo lugar. Esto es lo que impulsó a los urbanistas a desarrollar proyectos que permiten la integración de varias actividades en un solo lugar. Incluso es posible que las actividades puedan integrarse permitiendo cierto grado de correlación del nivel de autosuficiencia con las necesidades básicas o productivas. Esa es la pregunta al pensar en los edificios que permite vivir a las familias donde los niños toman el metro para ir a la escuela en la estación de tren ubicada en el cuarto sótano, mientras la madre trabaja en la oficina. Piso 15 del ala de oficinas, el padre comerciante es el comerciante en el casino al sur del primer piso, y los fines de semana van a cenar juntos al entresuelo de la tienda del piso de arriba del restaurante. en el lado norte del piso. Todo en el mismo edificio. Edificios modernos en ciudades densamente pobladas como Bogotá son este complejo. De ahí la necesidad de implementar unas soluciones de seguridad que integren sistemas electrónicos con total seguridad y comodidad de ocupantes, protegiéndolos de muchos de los riesgos que tipo de edificación este puede encontrar. El sistema automático de alarma, detección y extinción de incendios es obligatorio para preservar la vida de los ocupantes, su propiedad y propiedad, y el medio ambiente en general. Este trabajo tiene como objetivo analizar las normas

técnicas relacionadas con la alarma electrónica, sistemas de detección y extinción automática de incendios aplicables a edificaciones de usos múltiples en Colombia desde el punto de vista de más seguridad electrónica desde el punto de vista arquitectónico. Primero, las normas de construcción colombianas y la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) se aplican a los sistemas de seguridad que operan contra incendio. Entonces se establecerá el contexto de los requisitos mínimos de seguridad electrónica que deben ser instalados en edificios de usos múltiples. Al final del análisis, se puede determinar la idoneidad de este reglamento en su aplicación a la edificación.” (Floréz, 2018)

### **Marco Legal:**

#### **Norma ASCI 36 a continuación:**

**Artículo B4.** El diseño estructural de toda obra de acero se realizará a los lineamientos contenidos en la metodología de diseño con factores de Carga y Resistencia (LRFD). Otras metodologías como el Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD) estarán sujetas a la aceptación del MTI o las Alcaldías locales para revisión y aprobación del diseño estructural. (Gobierno de Reconciliación, 2017)

**Artículo B5.** Esta Normativa hará uso de las expresiones de cálculo determinadas para la metodología de diseño LRFD, pero podrán encontrarse sus equivalencias en ASD en el ANSI/AISC C 360-10 Specification for Structural Steel Buildings, del American Institute of Steel Construction (AISC). (Gobierno de Reconciliación, 2017)

**Artículo B9.** El diseño estructural debe satisfacer que la resistencia de cada componente estructural sea mayor o igual a la resistencia necesaria determinada de acuerdo con combinaciones de carga Norma ASCI 36. (Gobierno de Reconciliación, 2017)

**NFPA 13.** representa la primera norma publicada con el auspicio del Comité sobre Rociadores Automáticos de NFPA. Originalmente titulada Reglas y Reglamentaciones de la Junta Nacional de Aseguradores contra Incendios para Equipos de Rociadores, Sistemas Automáticos y Abiertos “Desarrolle sistemas de protección de rociadores para cualquier industria, utilizando los estándares más actualizados, ahora completamente renovados y basados en las necesidades de los usuarios en el entorno construido moderno. NFPA 13, Norma para instalaciones de rociadores, se ha sometido a más de 60 ciclos de revisión, lo que refleja más de 120 años de experiencia en la industria de protección contra incendios y también refleja tecnologías de protección contra incendios basadas en agua nueva. Organizacionalmente, el estándar está listo para cambiar. Un grupo de trabajo de profesionales de la protección contra incendios a través del agua aceptó el desafío y el resultado fue el lanzamiento de la NFPA 13 de 2019. NFPA 13 se reorganizó de principio a fin, creando una clara separación de temas y un proceso más simplificado para la planificación y el diseño del sistema de rociadores. Esta versión de Mejore sus habilidades en la aplicación de los requisitos del sistema de rociadores automatizados para lograr un diseño, instalación, mantenimiento y cumplimiento de códigos más eficientes. La edición 2019 de NFPA 13, Estándar para instalaciones de rociadores, es la próxima transición para cualquier persona que trabaje en protección a base de agua en el mundo actual.” (Calderón, 2019)

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Enfoque de la investigación: (cuantitativo, cualitativo o mixto)**

El enfoque de la investigación es cuantitativo porque tendremos datos de las tablas del análisis sísmico y del programa Sap esos datos serán útiles para el análisis de cargas en las tuberías de sistema contra incendio.

#### **3.2 Alcance de la investigación:**

El tema de investigación es exploratorio, en la cual, exploramos los campos nuevos, para el análisis de los movimientos sísmico dentro de la tubería contra incendio aplicando las normas National Fire Protection Association (N.F.P.A).

#### **3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos**

Obtendremos datos a través de una aplicación llamada Sap estos datos serán valiosos para el análisis de cargas en las tuberías de sistemas contra incendio.

**Tipo de instrumentación:** Software SAP

#### **3.4 Población y muestra**

Nuestra tesis no cuenta con una muestra, ya que nuestro estudio muestra un análisis moderno de las tuberías al momento de existir sismo en los edificios.

## Análisis de los resultados

### Información de la empresa

Según los planos entregados la planta cuenta con 5 galpones construidos de estructuras metálicas paredes de cemento que soportan un techo acanalado a dos aguas. Estos galpones constan de 5 niveles, donde se almacena productos en cajas de cartón embalsas con plásticos sobre pallets de madera. El almacenamiento se realiza sobre racks abierto y en apilamientos compactados a una altura máximo de 5m en la planta alta y 4m en la planta baja

Dentro de los galpones existen áreas de oficinas tanto en la planta baja como en la planta alta.

### Criterio de diseño

El diseño se basa en el área más crítica a la cual el sistema debe responder en caso de un siniestro. El sistema contra incendio debe proveerá una protección a nivel de techo con las tuberías con sistemas de rociadores húmedos, diseñado para suministrar agua contra incendio.

Tabla 2 Cálculo del sistema contra incendios

| SISTEMAS         | CLASIFICACION DE RIESGOS                                                                             | CRITERIO DE DISEÑO                                       | REFERENCIAS |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------|
| 1,2,3,4,5,6<br>7 | ESFR almacenamiento en racks o en pilas solidas hasta 5m de altura de mercancías. CLASE I A CLASE IV | 12 ESFR k14 @50psi+ 250 gpm de mangueras, por una 60 min | NFPA 13     |
| 8                | ESFR almacenamiento en racks o en pilas solidas hasta 5m de altura de mercancías. CLASE I A CLASE IV | 12 ESFR k14 @50psi+ 250 gpm de mangueras, por una 60 min | NFPA 13     |
| Oficina          | ORDINARIO 1                                                                                          | 0.15 gmp demanda de mangueras a 250 gpm                  | NFPA 13     |

**Nota:** En esta tabla se refiere cálculos del sistema contra incendios

**Fuente:** (Normas National fire protection 19, 2022)

## Cálculos Hidráulicos

El cálculo hidráulico ha sido realizado según los lineamientos de la NFPA13 a través del software SprinkCad Utilizando los parámetros anteriormente mencionados para los sistemas de rociadores propuestos, para saber que tuberías usar debemos saber el análisis de los suministros de agua.

Con estos cálculos de suministros de agua podremos, saber los diámetros de las tuberías a usar con ellos sabremos cuanto deberá soportar las estructuras para cargas de sistemas contra incendios.

Tabla 3 Referencia SPRINCAD

| AREA | SISTEMA         | RESULTADO CALCULO      | FUENTE DE AGUA |
|------|-----------------|------------------------|----------------|
| 1    | 1(OFICINAS)     | 503.5 GPM - 68.1 PSI   | 60 min         |
| 2    | 1 BODEGA (P.A)  | 1458.2GPM - 150.4 PSI  | 60 min         |
| 3    | 2 BODEGA (P.A)  | 1458.3 GPM - 144.7 PSI | 60 min         |
| 4    | OFICINA P.A F.E | 496.2 GPM - 88.1 PSI   | 60 min         |
| 5    | 3 BODEGA (P.A)  | 1458.6 GPM - 143.6 PSI | 60 min         |
| 6    | 4 BODEGA (P.A)  | 1453.1 GPM - 149.5 PSI | 60 min         |
| 7    | 5 BODEGA (P.A)  | 1458.4 GPM - 152.8 PSI | 60 min         |
| 8    | 6 BODEGA (P.A)  | 1458.9 GPM - 146.4 PSI | 60 min         |
| 9    | 7 BODEGA (P.A)  | 1458.5GPM - 144.5 PSI  | 60 min         |
| 10   | 8 BODEGA (P.A)  | 1458.8 GPM - 149.2 PSI | 60 min         |

**Nota:** En esta tabla se refiere a los cálculos referente agua.

**Fuente:** (Google,2022)

## Análisis

Para analizar la tubería contra incendio del edificio se utilizó el programa SAP que pertenece a la compañía CSI (Computers and Structures, Inc.).

Sobre lo cual se ha modelado y establecido el diseño para la construcción de la estructura con la ayuda de programas como son el AUTOCAD y SAP 2000 15.2.1 para la verificación de la estructura aplicando normas técnicas para obtener así un modelo estructural idóneo para las condiciones de cargas aplicadas.

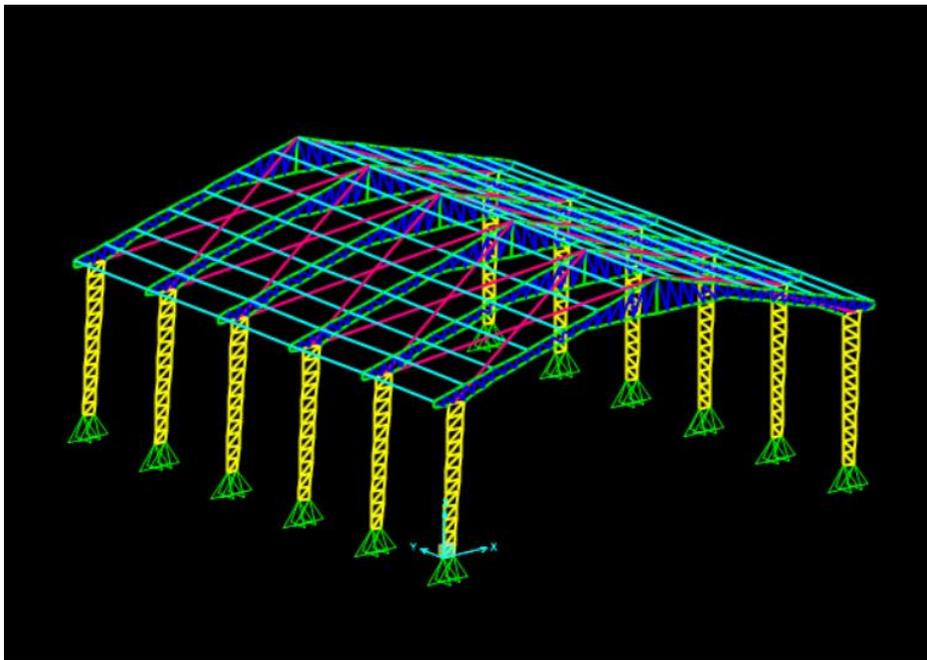


Ilustración 9 Perfil usado

**Elaborado por:** Espinosa & Granda (2022)



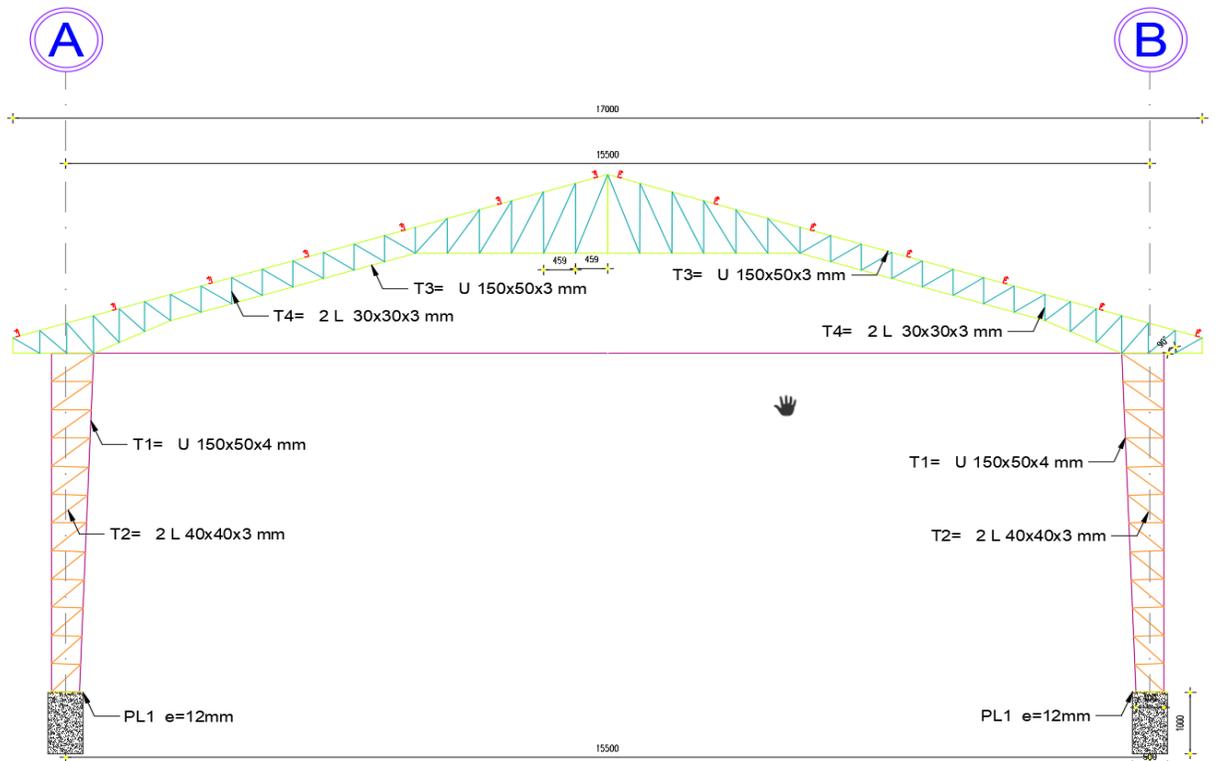


Ilustración 12 Modelo de análisis

Elaborado por: Espinosa & Granda (2022)

### Determinación de cargas de diseño

Se determinó las cargas de acuerdo a la norma El NEC-SE-CG trata de las cargas permanentes (principalmente debidas al peso propio), de las cargas variables (cargas vivas y cargas climáticas) y de sus combinaciones.



Ilustración 13 Mapa conceptual de cargas

Fuente: Normas ASCI 36

### Análisis de cargas

Tabla 4 Carga Muerta

| No | Descripción                      | VALOR | U     |
|----|----------------------------------|-------|-------|
| 1  | ESTRUCTURAS DE CUBIERTA METALICA | 20    | KG/M2 |
| 2  | INSTALACIONES CONTRA INCENDIO    | 8     | KG/M2 |
| 3  | PANEL AR-200,e=0,45              | 4,05  | KG/M2 |

**Nota:** Calculo de la estructura que es una tubería contra incendio

**Elaborado por:** Espinosa & Granda (2022)

➤ **Cargas variables**

Tabla 5 Carga viva

| Ocupación o Uso                                                                                                                                                                           | Carga uniforme (kN/m <sup>2</sup> ) | Carga concentrada (kN) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| <b>Cubiertas</b>                                                                                                                                                                          |                                     |                        |
| Cubiertas planas, inclinadas y curvas                                                                                                                                                     | 0.70                                |                        |
| Cubiertas destinadas para áreas de paseo                                                                                                                                                  | 3.00                                |                        |
| Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.                                                                                                                                   | 4.80                                |                        |
| Cubiertas destinadas para propósitos especiales                                                                                                                                           |                                     |                        |
| <b>Toldos y carpas</b>                                                                                                                                                                    | i                                   | i                      |
| Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera                                                                                                                                  | 0.24 (no reduc.)                    |                        |
| Todas las demás                                                                                                                                                                           | 1.00                                |                        |
| <b>Elementos principales expuestos a áreas de trabajo</b>                                                                                                                                 |                                     | 8.90                   |
| Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular                 |                                     | 1.40                   |
| Todos los otros usos                                                                                                                                                                      |                                     | 1.40                   |
| Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores                                                                                                                |                                     |                        |
| En la región andina y sus estribaciones, desde una cota de 1000 m sobre el nivel del mar, no se permite la reducción de carga viva en cubiertas para prevenir caídas de granizo o ceniza. |                                     |                        |

**Nota:** Cálculo de cubiertas

**Fuente:** Normas ASCI 36

**Periodo de vibración**

Para estructuras de edificación, el valor de T puede determinarse de manera aproximada mediante la expresión:

Ecuación 2 Período de vibración

|                      |                                                                                               |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| $T = C_t h_n^\alpha$ |                                                                                               |
| Dónde:               |                                                                                               |
| $C_t$                | Coefficiente que depende del tipo de edificio                                                 |
| $h_n$                | Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros. |
| $T$                  | Período de vibración                                                                          |

$$T = C_t * h_n^\alpha$$

Tabla 6 tipo de estructura

| Tipo de estructura                                                                                                                   | $C_t$ | $\alpha$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------|
| <b>Estructuras de acero</b>                                                                                                          |       |          |
| Sin arriostramientos                                                                                                                 | 0.072 | 0.8      |
| Con arriostramientos                                                                                                                 | 0.073 | 0.75     |
| <b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>                                                                                        |       |          |
| 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     |

**Nota:** Cálculo de los tipos de estructura

**Fuente:** Normas ASCI 36

Tabla 7 Cálculo de T

| <b>CÁLCULO DE "T"</b>        |             |                                 |
|------------------------------|-------------|---------------------------------|
| <b>Ct=</b>                   | 0,073       | Nec11 Cap 2 Pág 56              |
| <b>hn=</b>                   | 9,33        | Altura de Edificio (m)          |
| <b><math>\alpha</math> =</b> | 0,75        | Nec11 Cap 2 Pág 56              |
| <b>T=</b>                    | <b>0,39</b> | <b>Período de Vibración (s)</b> |

**Nota:** Cálculo del periodo de vibración

**Elaborado por:** Espinosa & Granda (2022)

$$T = Ct * h_n^\alpha$$

$$T = 0.073 * 9.33^{0.75}$$

$$T = 0,39 s$$

### Cálculo del cortante basal

Tabla 8 tipo de uso, destino e importancia

| <b>Categoría</b>                        | <b>Tipo de uso, destino e importancia</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Factor</b> |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Edificaciones esenciales y/o peligrosas | 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           |

**Nota:** Edificaciones de la estructura.

**Fuente:** Normas ASCI 36

$$I = 1.3$$

## Factor de reducción de resistencia sísmica (r)

Tabla 9 Coeficiente R sistemas estructurales dúctiles

| Sistemas Estructurales Dúctiles                                                                                                                       | R |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras. | 7 |
| <b>Pórticos resistentes a momentos</b>                                                                                                                |   |
| Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.                                                                      | 8 |
| Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.                                               | 8 |
| Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.                                                                       | 8 |
| <b>Otros sistemas estructurales para edificaciones</b>                                                                                                |   |
| Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.                                                                                          | 5 |
| Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.                                                                             | 5 |

R=8

**Nota:** Referencias de pórticos y sistemas en sismos

**Fuente:** Normas ASCI 36

Configuración estructural

- Irregularidades en planta ( $\phi_p$ ).

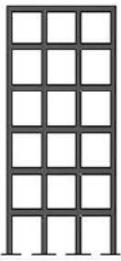
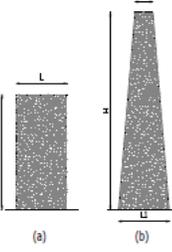
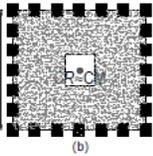
| CONFIGURACIÓN RECOMENDADA                                                                                                    |                                                                                     |                                                                                      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

Ilustración 14 Configuración recomendada

**Fuente:** Normas ASCI 36

$$\Phi_P = \Phi_{PA} \times \Phi_{PB}$$

- Irregularidades en elevación ( $\phi_e$ ).

| <b>IRREGULARIDAD PENALIZADA EN ELEVACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>Tipo 1 - Piso flexible</b></p> <p><math>\phi_{E1}=0.9</math></p> <p>Rigidez <math>K_c &lt; 0.70</math> Rigidez <math>K_D</math></p> <p><math>Rigidez &lt; 0.80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p> |  |

Ilustración 15 Irregularidad Penalizada en elevación

**Fuente:** Normas ASCI 36

Irregularidades en planta ( $\phi_p$ ).

Ecuación 3 Irregularidades en planta

$$\Phi_E = \Phi_{EA} \times \Phi_{EB} \times \Phi_{EC}$$

$$\Phi_E = 0.90$$

**Aceleración espectral correspondiente al espectro de respuesta elástico para diseño Sa.**

- **Tipo de suelo(s).**

Se ha considerado como estuviera cimentado sobre suelo S2.

Tabla 10 Tipos de perfiles

| Tipo de perfil | Descripción                                                                                                     | Definición                                                                                                                                |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b>       | Perfil de roca competente                                                                                       | $\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$                                                                                                         |
| <b>B</b>       | Perfil de roca de rigidez media                                                                                 | $1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$                                                                                       |
| <b>C</b>       | Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o | $760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$                                                                                        |
|                | perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios                    | $\bar{N} \geq 50.0$<br>$\bar{S}_u \geq 100 \text{ KPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$                                                      |
| <b>D</b>       | Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o                   | $360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$                                                                                        |
|                | perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones                                        | $50 > \bar{N} \geq 15.0$<br>$100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$ |

**Nota:** Formulas perfil de roca y suelo.

**Fuente:** Normas ASCI 36

## Clasificación de los perfiles de suelo

Tabla 11 Coeficientes de aplicación o de amplificación dinámica de perfiles de suelo fa, fd y fs.

| <b>Tipo de suelo y factores de sitio Fa.</b> |                                              |          |          |          |          |          |          |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Tipo de perfil de subsuelo                   | Zona sísmica                                 | I        | II       | III      | IV       | V        | VI       |
|                                              | Valor Z<br>(Aceleración esperada en roca g). | 0.15     | 0.25     | 0.3      | 0.35     | 0.4      | >=0,50   |
| A                                            |                                              | 0.90     | 0.90     | 0.90     | 0.90     | 0.90     | 0.90     |
| B                                            |                                              | 1.00     | 1.00     | 1.00     | 1.00     | 1.00     | 1.00     |
| C                                            |                                              | 1.40     | 1.30     | 1.25     | 1.23     | 1.20     | 1.18     |
| D                                            |                                              | 1.60     | 1.40     | 1.30     | 1.25     | 1.20     | 1.12     |
| E                                            |                                              | 1.80     | 1.40     | 1.25     | 1.10     | 1.00     | 0.85     |
| F                                            |                                              | Ver nota |
|                                              |                                              |          |          |          |          |          |          |
|                                              |                                              |          |          |          |          |          |          |
| <b>Tipo de suelo y factores de sitio Fd.</b> |                                              |          |          |          |          |          |          |
| Tipo de perfil de subsuelo                   | Zona sísmica                                 | I        | II       | III      | IV       | V        | VI       |
|                                              | Valor Z<br>(Aceleración esperada en roca g). | 0.15     | 0.25     | 0.3      | 0.35     | 0.4      | >=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                                            |                                              | Ver nota |
|                                              |                                              |          |          |          |          |          |          |
|                                              |                                              |          |          |          |          |          |          |
| <b>Tipo de suelo y factores de sitio Fs.</b> |                                              |          |          |          |          |          |          |
| Tipo de perfil de subsuelo                   | Zona sísmica                                 | I        | II       | III      | IV       | V        | VI       |
|                                              | Valor Z<br>(Aceleración esperada en roca g). | 0.15     | 0.25     | 0.3      | 0.35     | 0.4      | >=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     | 1.4      |
| E                                            |                                              | 1.5      | 1.6      | 1.7      | 1.8      | 1.9      | 2        |
| F                                            |                                              | Ver nota |

**Nota:** Cálculo Tipo de suelo y factores

**Elaborado por:** Espinosa & Granda (2022)

## Tipo de suelo y factores de sitio

- Los límites para el periodo de vibración  $t_c$  y  $t_l$

Ecuación 4 Período de Vibración

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

Tabla 12 Cálculo de  $T_c$

| CÁLCULO DE "Tc" |             |                                 |
|-----------------|-------------|---------------------------------|
| <b>Fs=</b>      | 1.11        | Nec Cap 2 Pág 42                |
| <b>Fd=</b>      | 1.11        | Nec Cap 2 Pág 41                |
| <b>Fa=</b>      | 1.20        | Nec Cap 2 Pág 41                |
| <b>Tc=</b>      | <b>0.56</b> | <b>Período de Vibración (s)</b> |

**Nota:** Cálculo de periodo de vibración en la construcción

**Elaborado por:** Espinosa & Granda (2022)

Ecuación 5 T L

$$\begin{aligned} TL &= 2.4 F_d \\ TL &= 2.4 (1.11) \\ TL &= \mathbf{2.66 s} \end{aligned}$$

Para análisis dinámico evaluaciones a la respuesta de los modos de vibración diferentes al modo fundamental, el valor de **Sa** debe evaluarse mediante la siguiente expresión, para valores periodo de vibración menor a  $T_o$ :

Ecuación 6  $T_o$

$$T_o = 0.10 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

Tabla 13 Calculo de To

| CÁLCULO DE "To" |             |                                 |
|-----------------|-------------|---------------------------------|
| <b>Fs=</b>      | 1,11        | Nec Cap 2 Pág 42                |
| <b>Fd=</b>      | 1,11        | Nec Cap 2 Pág 41                |
| <b>Fa=</b>      | 1,20        | Nec Cap 2 Pág 41                |
| <b>To=</b>      | <b>0,10</b> | <b>Período de Vibración (s)</b> |

**Nota:** Cálculo período de vibración en segundos por la norma de la Nec.

**Elaborado por:** Espinosa & Granda (2022)

- **Cálculo de Sa**

Ecuación 7 Cálculo de Sa 1

$$S_a = Z F_a \left( 1 + (\eta - 1) \frac{T}{T_0} \right) \text{ para } T \leq T_0$$

Ecuación 8 Cálculo de Sa 2

$$S_a = \eta Z F_a \text{ para } 0 \leq T \leq T_C$$

$$S_a = \eta Z F_a \left( \frac{T_c}{T} \right)^r \text{ para } T > T_C$$

- **ZONA SÍSMICA POR REGIÓN**

Z<sub>SR</sub>= 1.8 (Provincias de la Costa, excepto Esmeraldas), 2.48 (Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos), 2.6 (Provincias del Oriente.

$$Z_{sc} = 1,8$$

$$T = 0.39 s$$

$$T_0 = 0.10 s$$

$$T_c = 0.56 s$$

$$T_L = 2.66 s$$

Como:

Ecuación 9 de  $S_a$  para 0

$$0 \leq T \leq T_c$$
$$0 \leq 0.39 \leq 0.56$$

$$S_a = \eta Z F_a \text{ para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$S_a = 2.14 * 0.4 * 1.20$$

$$S_a = 1.03$$

▪ **CORTANTE BASAL (V).**

El resultado del cálculo del cortante basal estático se lo expresa a continuación.

Ecuación 10 Cortante Basal ( V )

$$V = \frac{I S_a}{R \phi_P \phi_E} W$$

$$V = \frac{1.3 * 1.03}{8 * 1.00 * 0.9} * W$$

$$V = 0.18 W$$

**COMBINACIONES DE CARGA.**

Tabla 14 Combinaciones de carga del método de carga de LRFD

|         |                                                      |            |
|---------|------------------------------------------------------|------------|
| Comb6:  | $1.4 W_{DL}$                                         | (Ec. 2-8)  |
| Comb7:  | $1.2 W_{DL} + 1.6 W_{LL}$                            | (Ec. 2-9)  |
| Comb8:  | $1.2 W_{DL} + 1.6 W_{WL} + 0.5 W_{LL}$               | (Ec. 2-10) |
| Comb9:  | $1.2 W_{DL} \pm 1.0 W_{EL} + 0.5 W_{LL}$             | (Ec. 2-11) |
| Comb10: | $0.9 W_{DL} \pm (1.6 W_{WL} \text{ or } 1.0 W_{EL})$ | (Ec. 2-12) |

**Nota:** Formulas de combinaciones de carga y método factores de resistencia

**Fuente:** Normas ASCI 36

Tabla 15 Calculo de T

| <b>CÁLCULO DE "T"</b>        |             |                                 |
|------------------------------|-------------|---------------------------------|
| <b>Ct=</b>                   | 0,073       | Nec11 Cap 2 Pág 56              |
| <b>hn=</b>                   | 9,33        | Altura de Edificio (m)          |
| <b><math>\alpha</math> =</b> | 0,75        | Nec11 Cap 2 Pág 56              |
| <b>T=</b>                    | <b>0,39</b> | <b>Período de Vibración (s)</b> |

**Nota:** Cálculo período de vibración

**Elaborado por:** Espinosa & Granda (2022)

Ecuación 11 T

$$T = Ct * h_n^\alpha$$

$$T = 0.073 * 9.33^{0.75}$$

$$T = 0,39 s$$

## CONCLUSIONES

- Se puede observar que este proyecto sirve como procedimiento para diseñar sísmicamente proyectos de infraestructura contra incendios. (Espinosa & Granda).
- Se comprobó que los movimientos sísmicos del sistema contra incendio se encuentran dentro del rango determinado en la norma sísmica. (Espinosa & Granda).
- Mediante la evaluación del riesgo sísmico a través del software Sap para las cargas de las tuberías de sistema contra incendio se pudo constatar que el sistema contra incendio no posee zonas vulnerables al sismo y presenta un buen desempeño sísmico. (Espinosa & Granda).

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que en todo tipo de proyectos donde se coloque sistema contra incendios se realice un chequeo de comportamientos sísmico de este tipo de estructuras. (Espinosa & Granda).
- Se recomienda un análisis más profundo de los diferentes tipos de perfiles que son utilizados para tubería contra incendios. (Espinosa & Granda).
- Se recomienda utilizar las normas National Fire Protection Association (N.F.P.A) para los sistemas contra incendio dentro de una tubería. (Espinosa & Granda).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alacero.org. (27 de junio de 2017). *Alacero.org*. Obtenido de Alacero.org:  
<https://www.construccionenacero.com/blog/ndeg-37-ingenieria-de-seguridad-contra-incendio>
- Calderón, I. J. (2019). *SCRIBD*. Obtenido de SCRIB:  
<https://es.scribd.com/document/449997314/NFPA-13-19-ES-1-pdf>
- Floréz, G. A. (2018). *Uniserdidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de Uniserdidad Militar Nueva Granada:  
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/20396/JimenezFlorezGustavoAndres2018.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Gobierno de Reconciliación, U. N. (2017).  
[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/norma-minima-acero-estructural\\_mti\\_ae-001.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/norma-minima-acero-estructural_mti_ae-001.pdf). Obtenido de  
[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/norma-minima-acero-estructural\\_mti\\_ae-001.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/norma-minima-acero-estructural_mti_ae-001.pdf).
- Ing. José A. Castillo et Ing. Javier A. Sotelo Calderón. (2019). *SCRIBD*. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/449997314/NFPA-13-19-ES-1-pdf>
- Javier, G. S. (2018). *Universidad Central del Ecuador* . Obtenido de Universidad Central del Ecuador :  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17094/1/T-UCE-0011-ICF-058.pdf>
- riesgo, c. n. (27 de 01 de 2022).  
[https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/informacion\\_educativa/recomendaciones\\_consejos/sismo.aspx](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomendaciones_consejos/sismo.aspx). Obtenido de  
[https://www.cne.go.cr/reduccion\\_riesgo/informacion\\_educativa/recomendaciones\\_consejos/sismo.aspx](https://www.cne.go.cr/reduccion_riesgo/informacion_educativa/recomendaciones_consejos/sismo.aspx).
- Romero, J. A. (2017). *Universidad Técnica de Ambato*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato:  
[https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26716/1/Tesis\\_t1333ec.pdf%20\(marco%20te%C3%B3rico\)mr](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26716/1/Tesis_t1333ec.pdf%20(marco%20te%C3%B3rico)mr)
- Valverde, C. A. (2018). *Universidad Politecnica Salesiana sede Quito*. Obtenido de Universidad Politecnica Salesiana sede Quito:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15780/1/UPS-ST003618.pdf>

Villareal. (2017). <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/riie/article/view/1967>.

Obtenido de

<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/riie/article/view/1967>.

## ANEXOS

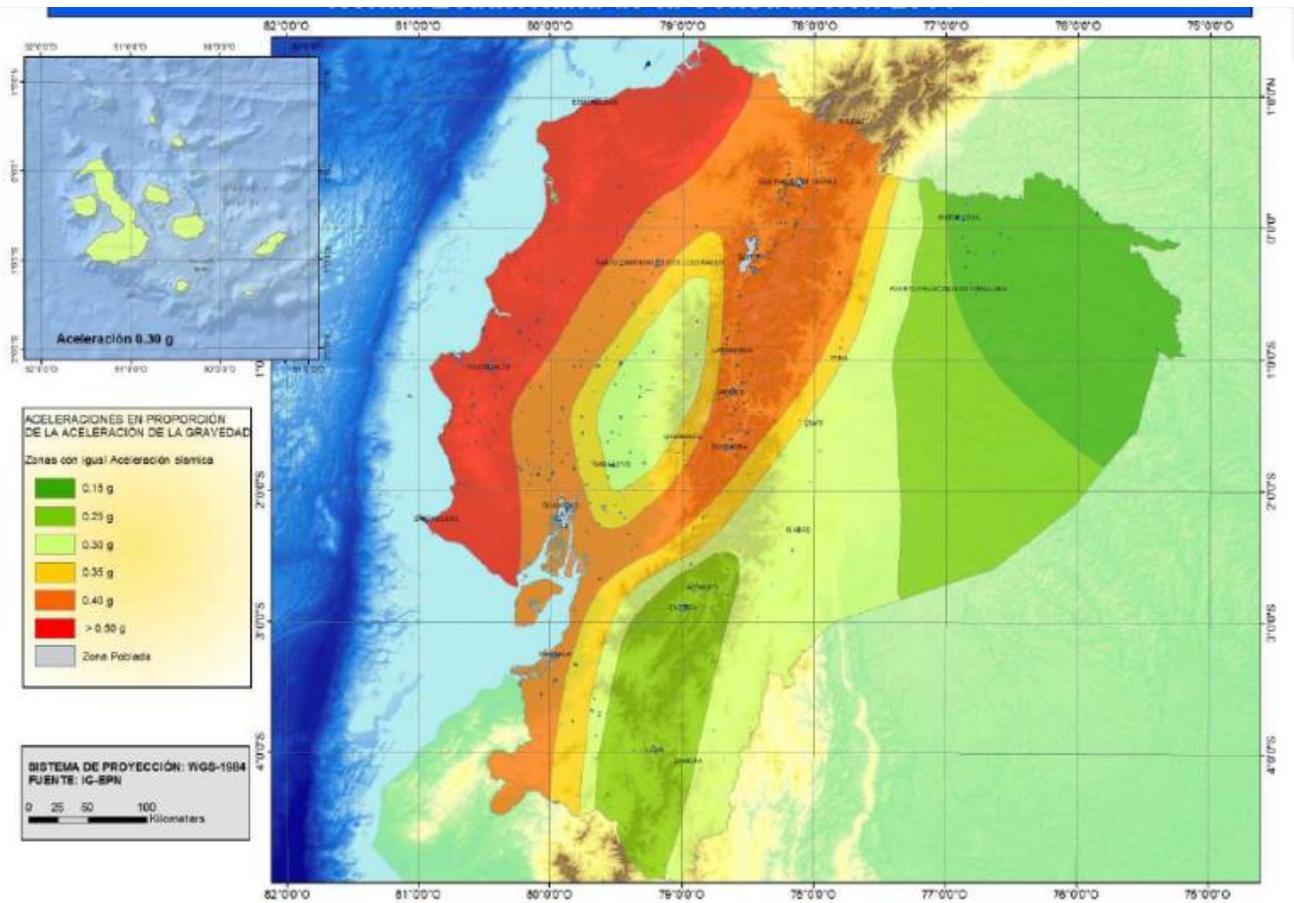
Anexo 1 Tabla zona sísmica

| Zona sísmica                          | I          | II   | III  | IV   | V    | VI          |
|---------------------------------------|------------|------|------|------|------|-------------|
| Valor factor Z                        | 0.15       | 0.25 | 0.30 | 0.35 | 0.40 | $\geq 0.50$ |
| Caracterización de la amenaza sísmica | Intermedia | Alta | Alta | Alta | Alta | Muy Alta    |

Nota: Factor de zona sísmica

Elaborado por: Espinosa & Granda (2022)

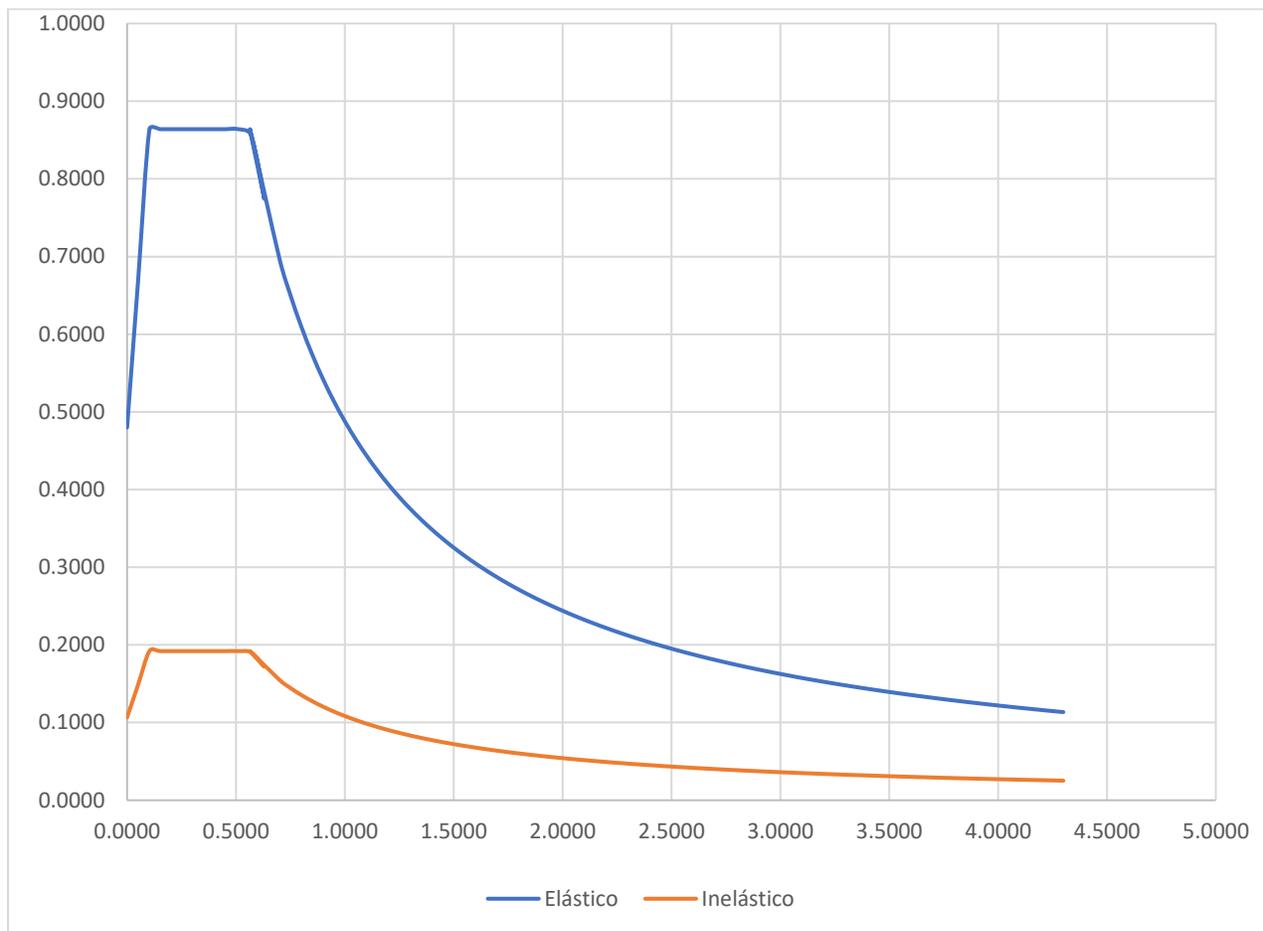
## Anexo 2 Mapa del diseño sísmico



Nota: NEC Z=0.40

Fuente: (Google,2019)

### Anexo 3 Ilustración Elástico e Inelástico



Nota: Gráfico Elástico e inelástico

Elaborado por: Espinosa & Granda (2022)