

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TECHO  
PARABÓLICO DE LA LOSA DEPORTIVA CRUZ DE ATE  
- LIMA 2021**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Presentado por:**

**BACH. MASIOTTI MARTINEZ, FRANCO JEAMPIERE**

**Asesor Metodológico: PhD. Tito Mallma Capcha**

**Asesor Temático: Mg. Ing. Javier Reynoso Oscanoa**

**Línea de Investigación Institucional: Transporte y Urbanismo**

**Fecha de inicio y culminación: Octubre 2021 – Enero 2022**

**Huancayo – Perú Enero – 2022**



**Asesor Metodológico**

**PhD. Tito Mallma Capcha**

**Asesor Temático**

**Mg. Ing. Javier Reynoso Oscanoa**

### **Dedicatoria**

- A mi madre y a toda mi familia por todo el apoyo que me brindaron para llegar a cumplir mis objetivos.

Bach. Masciotti Martínez, Franco Jeampiere

### **Agradecimiento**

- A todos los docentes, profesionales que ayudaron y orientaron en la realización de la presente investigación, mi agradecimiento sincero.

Bach. Masciotti Martínez, Franco Jeampiere

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
Presidente

---

Ing. Christian Mallaupoma Reyes  
Jurado

---

Mg. Alcides Luis Fabian Brañez  
Jurado

---

Ing. Edinson Jose Porras Arroyo  
Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario docente



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



*“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”*

**EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA: a**

**CONSTANCIA N° 0115**

Que, el (la) bachiller **MASCIOTTI MARTÍNEZ FRANCO JEAMPIERE**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, presentó la tesis denominada: **“ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TECHO PARABÓLICO DE LA LOSA DEPORTIVA CRUZ DE ATE – LIMA 2021”**; la misma que cuenta con **0168 Páginas** y que ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **17%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 08 de abril del 2022



**Dr. Santiago Zevallos Salinas**  
Director de la Unidad de Investigación

## CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>16</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>19</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>19</b>
1.1. Planteamiento del problema	19
1.2. Formulación y sistematización del problema	23
1.2.1. Problema general	23
1.2.2. Problemas específicos	23
1.2.3. Práctica o social	23
1.2.4. Científica o teórica	24
1.2.5. Metodológica	24
1.3. Delimitaciones	25
1.3.1. Espacial	25
1.3.2. Temporal	25
1.3.3. Económica	26
1.4. Limitaciones	26
1.4.1. Limitaciones por el Covid-19	26
1.5. Objetivos	26
1.5.1. Objetivo general	26
1.5.2. Objetivos específicos	26
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>27</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>27</b>
2.1. Antecedentes	27
2.1.1. Antecedentes nacionales	27
2.1.2. Antecedentes internacionales	33
2.2. Marco conceptual	39
2.2.1. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL	39
2.2.1.1. Normatividad aplicable	43
	viii

2.2.2. DISEÑO EN CONCRETO ARMADO	44
2.2.2.1. CARGAS	46
2.2.2.2. ESTADOS LÍMITE	49
2.2.2.3. ESTADOS DE LÍMITES ÚLTIMOS	50
2.2.2.4. ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO	51
2.2.2.5. ESTADOS LÍMITES ESPECIALES	52
2.2.3. ESTRUCTURACIÓN	52
2.2.4. FILOSOFÍAS DE DISEÑO	58
2.2.4.1. DISEÑO POR ESFUERZOS ADMISIBLES	58
2.2.4.2. DISEÑO POR RESISTENCIA	60
2.2.5. CUBIERTAS	62
2.2.6. TECHO PARABÓLICO	65
2.2.6.1 ARMADURAS	65
2.2.6.2 ARCOS	66
2.2.7. LOSA DEPORTIVA	67
2.3. Definición de términos:	74
2.4. Hipótesis	77
2.4.1. Hipótesis general	77
2.4.2. Hipótesis específicas	77
2.5. Variables	78
2.5.1. Definición conceptual de la variable	78
2.5.2. Definición operacional de la variable	78
2.5.3. Operacionalización de la variable	79
<b>CAPITULO III</b>	<b>81</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>81</b>
3.1. Método de investigación	81
3.2. Tipo de investigación	81
3.3. Nivel de investigación	82
3.4. Diseño de investigación	82
3.5. Población y muestra	83
3.5.1. Población	83
3.5.2. Muestra	84

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	84
3.6.1. Técnicas	84
3.6.2. Instrumentos	86
3.7. Procesamiento de la información	86
3.8. Técnicas y análisis de datos	86
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>88</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>88</b>
4.1. Generalidades	88
4.1.1. Respecto al proyecto	88
4.1.2. Características del suelo existente	89
4.1.3. Capacidad portante	90
4.1.4. Falla por asentamiento	91
4.1.5. Coeficiente de balasto	92
4.1.6. Resumen de parámetros del suelo	93
4.1.7. Diseño de cimentación	95
4.2. Diseño estructural de elementos metálicos	104
4.2.1. Análisis de desplazamientos	105
4.2.2. Verificación de esfuerzos	105
4.2.3. Características de la estructura	105
4.2.4. Predimensionamiento de arco	106
4.2.5. Predimensionamiento de vigas	106
4.2.6. Predimensionamiento de columnas	107
4.2.7. Predimensionamiento de arriostres	108
4.2.8. Predimensionamiento de diagonales de arco	109
4.2.9. Cargas unitarias	109
4.2.10. Metrado de cargas	110
4.2.11. Cargas aplicadas	114
4.2.12. Diseño por esfuerzos admisibles	117
4.2.13. Verificación por deflexión	128
4.2.14. Ratios de capacidad en el arco	128
4.2.15. Verificación de estabilidad del arco	129
4.3. Diseño sismorresistente	131

<b>CAPÍTULO V</b>	<b>135</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>135</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>143</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>144</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>145</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>149</b>
<b>Anexo 01: Matriz de consistencia</b>	<b>150</b>
<b>Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables</b>	<b>153</b>
<b>Anexo 03: Ensayos de mecánica de suelos</b>	<b>155</b>
<b>Anexo 04: Planos</b>	<b>168</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Operacionalización de las variables</i>	80
Tabla 2: <i>Diseño de la investigación.</i>	83
Tabla 3: <i>Resultados EMS</i>	90
Tabla 4: <i>Resultados del Corte Directo</i>	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Desplome de centro comercial. Tomada de “La Vanguardia”.</i>	21
Figura 2: <i>Desplome de cobertura en local en Huancán. Tomada de “La República”.</i>	22
Figura 3: <i>Delimitación espacial. Tomada de Google Maps.</i>	25
Figura 4: <i>Componentes de las cubiertas</i>	64
Figura 5: <i>Componentes de las cubiertas</i>	67
Figura 6: <i>Dimensiones de la losa de baloncesto</i>	70
Figura 7: <i>Dimensiones de la losa de fulbito</i>	71
Figura 8: <i>Dimensiones de la losa de voleibol</i>	73
Figura 9: <i>Ubicación y localización</i>	84
Figura 10: <i>Sobrecarga según recomendación de la norma E.020.</i>	109
Figura 11: <i>Combinaciones de carga según la norma E.090</i>	110
Figura 12: <i>Barlovento y sotavento considerados.</i>	112
Figura 13: <i>Sobrecarga según recomendación de la norma E020.</i>	115
Figura 14: <i>Carga de viento en pórticos en esquina- Caso 1.</i>	115
Figura 15: <i>Carga de viento en pórticos en esquina- Caso 2.</i>	116
Figura 16: <i>Carga de viento en pórticos centrales - Caso 1</i>	116
Figura 16: <i>Carga de viento en pórticos centrales - Caso 2</i>	117
Figura 18: <i>Momento por servicio de la viga HSS8x8x5/8.</i>	120
Figura 19: <i>Relación demanda/capacidad en viga a flexión HSS8x8x5/8</i>	121
Figura 20: <i>Relación demanda/capacidad en viga a corte HSS8x8x5/8</i>	122
Figura 21: <i>Momento por servicio de columna HSS8x8x5/8</i>	125
Figura 22: <i>Relación demanda/capacidad en columna a flexión HSS8x8x5/8</i>	126
Figura 23: <i>Relación demanda/capacidad en columna a corte HSS8x8x5/8, es 0.385</i>	127
Figura 24: <i>Deflexión en arco parabólico.</i>	128
Figura 25: <i>Ratios de capacidad en el arco parabólico.</i>	129
Figura 26: <i>Valores del factor <math>\gamma_s</math>.</i>	129



## RESUMEN

En la presente investigación el problema general fue: ¿Cuál es el resultado de analizar y diseñar estructuralmente el techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021"?, el objetivo general fue: Determinar el resultado de analizar y diseñar estructuralmente el techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021", la hipótesis general fue que: El diseño de las estructural del techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate" satisface los requisitos estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

El método de investigación fue el científico, el tipo de esta investigación fue aplicada y el nivel fue descriptivo, el diseño de investigación fue no experimental, la población fue la Losa Deportiva Cruz de Ate - Lima., la muestra fue del tipo no probabilístico o dirigido considerándose la especialidad de estructuras de la Losa Deportiva Cruz de Ate - Lima.

La conclusión principal es que “En base a los resultados obtenidos se determina que, el diseño de las estructuras del techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate" satisface los requisitos estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, en lo referente a las Normas E.050: Suelos y cimentaciones, Norma E.020: Cargas, E.030: Diseño Sismorresistente y E.090: Estructuras metálicas, asegurando un adecuado comportamiento de la estructura, lo que facilitará y contribuirá al desarrollo y beneficio de la ciudad”.

Palabras claves: **Análisis estructural, Diseño estructural, Techo parabólico, Losa Deportiva.**

## **ABSTRACT**

In the present investigation, the general problem was: What is the result of structurally analyzing and designing the parabolic roof of the "Cruz de Ate - Lima 2021" sports slab? The general objective was: To determine the result of structurally analyzing and designing the parabolic roof of the "Cruz de Ate - Lima 2021" sports slab, the general hypothesis was that: The structural design of the parabolic roof of the "Cruz de Ate" sports slab satisfies the requirements stipulated in the National Building Regulations.

The research method was scientific, the type of this research was applied and the level was descriptive, the research design was non-experimental, the population was the Cruz de Ate - Lima Sports Slab, the sample was non-probabilistic or directed considering the specialty of structures of the Sports Slab Cruz de Ate - Lima.

The main conclusion is that "Based on the results obtained, it is determined that the design of the structures of the parabolic roof of the "Cruz de Ate" sports slab satisfies the requirements stipulated in the National Building Regulations, in relation to the Standards E.050: Floors and foundations, Standard E.020: Loads, E.030: Earthquake-resistant Design and E.090: Metal Structures, ensuring adequate behavior of the structure, which will facilitate and contribute to the development and benefit of the city” .

**Keywords: Structural analysis, Structural design, Parabolic roof, Sports slab.**

## INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: “ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TECHO PARABÓLICO DE LA LOSA DEPORTIVA CRUZ DE ATE - LIMA 2021”; nace de la problemática que se tiene dada la realidad peruana, donde muchas coberturas metálicas se construyen sin el asesoramiento de ingenieros civiles o profesionales especialistas en la materia, lo cual conlleva a que se presenten muchos riesgos para los usuarios de dichas infraestructuras, una vez que han sido construidas, ya que se les expone a peligros como el colapso de la estructura debido a lo inadecuado de las cargas que soportan y también debido a las consecuencias que pueden sufrir ante la presencia de movimientos sísmicos que pueden debilitar las estructuras de las coberturas mal diseñadas, así como la pérdida total de la inversión en dichas edificaciones.

En base a lo mencionado se realizó la presente investigación considerando una propuesta de diseño estructural para la “LOSA DEPORTIVA CRUZ DE ATE - LIMA” a fin comprobar si se satisfacen los requisitos estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones para estructuras de esta naturaleza.

Para una mejor comprensión, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: Problema de investigación, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto general como específico.

El Capítulo II: Marco teórico, contiene las antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

El Capítulo III: Metodología, consigna el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: Resultados, desarrollado en base a los problemas, objetivos y las hipótesis.

El Capítulo V: Discusión de resultados, en el cual se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la investigación frente a los antecedentes utilizados.

Por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos respectivos.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

Actualmente, la demanda de construcción de edificaciones se viene dando mayoritariamente en el mundo, en ese sentido, “al término del presente siglo, al menos el crecimiento de la población mundial será de un 50% mayor, tal como señala la Organización de las Naciones Unidas, la población mundial alcanzará los 11.200 millones hacia el año 2100, considerándose a esto solo como un crecimiento medio, por esta razón, se tiene un aumento de la necesidad de infraestructura para vivienda, así como de edificaciones que alberguen otras actividades humanas”. (Strong Forms, s.f.).

Sin embargo, dentro de lo que es el diseño de las estructuras para edificaciones, muchas veces se tiene problemas, como indica (Gómez y Palacios, 2011, p. 54) que:

“Entre las causas que pueden motivar la rehabilitación y mantenimiento sobre una estructura ya construida, se encuentran las siguientes: problemas patológicos, errores de diseño y cálculo de la estructura, incluyendo la concepción de los detalles, errores de ejecución en sus más diversas formas, baja

calidad de los materiales estructurales, problemas de durabilidad, especialmente degradación de los materiales por agresión del ambiente y cambios de utilización del edificio, con incremento de las sobrecargas de uso”.

Asimismo se indica que: “Las fallas por concepción y diseño pueden darse la ausencia de cálculos que no valoraron todas las cargas y condiciones de servicio, la falta de un diseño arquitectónico adecuado. Los diseños estructurales deben incluir los conceptos arquitectónicos y viceversa” (360 en concreto, s.f.).

El Perú no es ajeno a esta situación en la cual se vienen realizando inadecuados diseños estructurales que abarcan desde el diseño de las cimentaciones, elementos estructurales de concreto o estructuras metálicas y coberturas de todo tipo.

Tal como señala Andina (2019): “Al final el sismo no es el problema, sino cómo han sido construidas las viviendas y dónde fueron levantadas”, “por lo que en un país con un grado de riesgo elevado para la ocurrencia de sismos como el Perú, no debe de pasarse por alto el hecho de verificar y cumplir con la normatividad en la materia para la elaboración de diseños estructurales para edificaciones, ya que el efecto de una mala concepción no solo se encuentra en el tema económico, sino en la integridad de las personas que se encuentran en las edificaciones y las personas a su alrededor”.

Esta situación no solo se presenta ante la ocurrencia de un evento sísmico, sino dentro del funcionamiento cotidiano de la estructura como podemos apreciar en la siguiente figura:



Figura 1: *Desplome de centro comercial. Tomada de “La Vanguardia”.*

Un ejemplo dentro del ámbito nacional lo podemos apreciar en la región Junín, donde debido a un inadecuado diseño estructuras, se han tenido consecuencias que han tomado la vida de personas que se encontraban en departiendo dentro de una edificación, tal como lo señala el diario La República (2019): “Habitantes de Huancán, en Huancayo, Junín se hallan de luto tras la caída del techo de un local de eventos. En el siniestro fallecieron al menos cinco personas y otras 50 resultaron heridas”

Como podemos advertir, esta situación se debe a que la cobertura liviana no había considerado, en su diseño, el peso extra que se presenta por las lluvias y granizadas que se presentan en la zona de sierra, por lo que por este peso cedió y se derrumbó, afectando a las personas que se encontraban departiendo dentro de la edificación, teniendo la responsabilidad los dueños y responsables del diseño estructural de la cobertura mencionada. A continuación podemos apreciar una fotografía correspondiente a esta situación:



Figura 2: *Desplome de cobertura en local en Huancán. Tomada de “La República”.*

Asimismo, en la ciudad de Lima también se presentan accidentes de este tipo, tal como señala RPP (2016): “Siete personas resultaron heridas la tarde de este jueves por el derrumbe de un muro de ladrillos en el mercado N° 1, ubicado en la cuadra 6 de la avenida Alfonso Ugarte, en el distrito limeño de Chorrillos. Algunos testigos manifestaron que una fuerte ola de viento tumbó la estructura metálica de un toldo que cubría varios puestos del centro de abastos, provocando la caída del muro”, tal como se aprecia, fue a consecuencia de no haberse considerado la incidencia del viento para el diseño de la estructura metálica la que provocó el accidente.

En ese sentido, la presente investigación ha realizado el análisis y diseño estructural de la “LOSA DEPORTIVA CRUZ DE ATE - LIMA”, ya que esta obra es de importancia al albergar el desarrollo de las actividades de recreación pasiva los pobladores beneficiarios del sector, de uno de los distritos más grandes de la capital del Perú, por lo que se requiere de un adecuado diseño estructural que preste las garantías del caso a los usuarios de la edificación, mediante un modelo adecuado

para la implementación de los elementos estructurales, asegurándose que esté en concordancia con el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el resultado de analizar y diseñar estructuralmente el techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021"?

### **1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Cuáles son los valores que se obtienen al realizar el análisis y diseño de las cimentaciones para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021"?
2. Qué resultado se obtiene al realizar el análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021"?
3. ¿Cuál es el resultado que se obtiene al realizar el análisis y diseño sismorresistente de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021"?

### **1.2.3. Práctica o social**

En cuanto a la justificación práctica de la presente tesis, en concordancia de lo que señala Ccanto (2010), se tiene que: “La justificación práctica existe cuando se aporta información útil que puede resolver problemas de la ingeniería, en todos sus ámbitos, evitar consecuencias negativas, prevenir, corregir errores, reducir costos, mejorar la eficacia, mejorar la eficiencia, información útil para resolver problemas de gestión empresarial cotidianos o latentes, entre otros”.

Debido a esto, en la presente tesis, se aporta con información que beneficia a la población usuaria de la “Losa Deportiva Cruz de Ate-Lima”, al haberse realizado un análisis y diseño estructural que cumple lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones, asegurando la calidad necesaria y el respeto por la vida de las personas.

#### **1.2.4. Científica o teórica**

Ccanto (2010) indica, para la justificación teórica lo siguiente: “La justificación teórica existe cuando se aporta un nuevo conocimiento científico, nuevos conceptos, nuevas teorías, nuevas formas de entender los problemas de la ingeniería, adaptaciones teóricas a nuevos contextos, entender problemas viejos con nuevas formas creativas, ampliar conceptos o corregir ambigüedades en la teoría, nuevas aplicaciones de conceptos y teorías a otras realidades, etc”.

Por lo tanto, a través de la tesis en mención, se aporta con conocimiento propios respecto al análisis y diseño estructural para el techo parabólico de la “Losa Deportiva Cruz de Ate-Lima”, contribuyéndose con nuevos conocimientos a la ingeniería local.

#### **1.2.5. Metodológica**

Santa Cruz (2015), señala que: “La justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto por realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable.”

En ese sentido la presente tesis, propone una metodología para realizar el análisis y diseño estructural para el techo parabólico de la “Losa

Deportiva Cruz de Ate-Lima”, el cual puede ser utilizado en proyectos similares adaptados a sus propios requerimientos.

### 1.3. Delimitaciones

#### 1.3.1. Espacial

En la presente investigación se tuvo como delimitación espacial, el Asentamiento Humano Cruz de Ate, Zona 03 Sub Zona 03, ubicado en el distrito de Ate, del departamento de Lima.



Figura 3: *Delimitación espacial. Tomada de Google Maps.*

#### 1.3.2. Temporal

La presente investigación se desarrolló entre los meses de octubre del 2021 hasta el mes de enero del año 2022.

### **1.3.3. Económica**

Los costos de la investigación fueron asumidos en su totalidad por el investigador.

## **1.4. Limitaciones**

### **1.4.1. Limitaciones por el Covid-19**

Para la ejecución de la presente tesis, se tuvieron demoras y contratiempos, debido a la coyuntura de la pandemia por la Covid-19 y la restricción social y toques de queda, para la toma de datos de campo y realización de los ensayos correspondientes.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar el resultado de analizar y diseñar estructuralmente el techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021".

### **1.5.2. Objetivos específicos**

1. Establecer los valores que se obtienen al realizar el análisis y diseño de las cimentaciones de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021".
2. Calcular el resultado del análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021".
3. Evaluar el resultado que se obtiene al realizar el análisis y diseño sismorresistente de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021".

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

**Cieza y Lazarte (2018)** en su trabajo de investigación “**Análisis del diseño sísmico estructural del techo metálico de la losa multideportiva de Aija, Ancash - 2018**” realizado en la Universidad César Vallejo, considera como problema general: “¿Cómo es el diseño sísmico estructural del techo metálico de la losa multideportiva de Aija - Ancash – 2018?”, como objetivo general: “Analizar el diseño sísmico estructural del techo metálico de la losa multideportiva de Aija - Ancash - 2018”, considera como hipótesis general: “la hipótesis es implícita”, en cuanto a la metodología el tipo de investigación fue no experimental, el nivel fue descriptivo, la población estuvo conformada por “un solo diseño sísmico estructural del techo de la losa multideportiva” y la muestra fue censal. Como conclusiones indica que: “Partiendo de la investigación realizada, basándonos en la observación de los resultados obtenidos; en la aplicación de la Normatividad del proceso del diseño estructural sismo

resistente, planteamos las siguientes conclusiones: En cuanto al suelo identificado en zona estudio la capacidad portante es de  $1.315\text{kg/cm}^2$  para un ancho de zapata de 1.30m y los dimensionamientos están dentro de lo requerido. Los asentamientos diferenciales están por debajo de la admisible 1 pulgada. Con el método de LRFD se hizo el análisis de la estructura de techo metálico lo cual si pasa la resistencia ante eventos naturales sismorresistente de la estructura existente. La aplicación de las normas NTE E.030 y NTE E.090 usadas con el programa SAP 2000 para obtener la resistencia de la estructura existe es apto la estructura por que se encuentra dentro de los rangos permisibles”.

**Lozano (2019) en su trabajo de investigación “DISEÑO ESTRUCTURAL DE ACERO DEL TECHO PARABÓLICO PARA EL COLISEO POLIDEPORTIVO ACUDESI - TRUJILLO”** realizado en la Universidad Nacional de Trujillo, considera como problema general: “¿Cuáles son las características técnicas de un techo parabólico para la losa deportiva del club Acudesi de la urbanización Santa Inés - Trujillo?”, como objetivo general: “Diseñar la estructura de acero del techo parabólico para la losa deportiva del club ACUDESI de Santa Inés – Trujillo”, considera como hipótesis general: “Las características técnicas del techo parabólico para el club Acudesi se puede determinar usando los factores de carga y resistencia (LFRD), el reglamento nacional de edificaciones, simulación de los esfuerzos en SAP2000”, en cuanto a la metodología el tipo de investigación fue no experimental, el nivel fue descriptivo. Como conclusiones indica que: “El diseño no solo se basa en

la resistencia y rigidez de los materiales y secciones sino también en la facilidad constructiva, es así que la estructura se diseñó con poca variación de secciones a lo largo del arco, lo que lleva a facilitar la construcción y el montaje además de reducir el número de plantillas usadas para la fabricación. El cálculo de las cargas muertas y vivas se realizó de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones asimismo las combinaciones de carga, por lo cual la estructura fue diseñada soportando cargas críticas. La estructura esta soportada sobre pedestales de concreto armado y espárragos o pernos de anclaje de fierro corrugado de 1 ½". Los componentes de la estructura son: 10 columnas de sección H, 05 vigas principales (arcos), 76 viguetas, arriostramiento, placas base y pernos de anclaje. Estos se diseñaron usando el método LFRD. La cubierta seleccionada es plancha TR4 CURVO de acero Zincalum ASTMA792, debido a su gran resistencia estructural permitiendo cubrir grandes luces y ahorro en traslapes, además de ser fácil y rápido de instalar. La verificación del cálculo realizado se hizo con el software SAP2000 el cual aplica la norma AISC LFRD-93 para la obtención de resultados tanto en resistencia como en rigidez. Los planos se realizaron en AutoCad especificando las características técnicas de cada uno de los elementos que componen la estructura. Se realizó un análisis de costo tomando en cuenta costo de materiales, fabricación, diseño, imprevistos, gastos generales y utilidad determinando un costo total de S/ 150,402.14".

**Torres (2019) en su trabajo de investigación "ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL COMPLEJO DEPORTIVO DEL**

**DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE UTILIZANDO ESTRUCTURAS ESPECIALES”** realizado en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, considera como problema general: “¿Cuál es el resultado de realizar el análisis y diseño estructural del complejo deportivo del Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque utilizando estructuras especiales?”, como objetivo general: “Realizar el análisis y diseño estructural del complejo deportivo del Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque utilizando estructuras especiales”, en cuanto a la metodología el tipo de investigación fue no experimental, el nivel fue descriptivo, de tipo aplicado. Como conclusiones indica que: “La investigación realizada para el desarrollo del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) se compuso de un total de 12 puntos de investigación, resumidos a continuación: 04 perforaciones SPT, donde se halló que la estratigrafía en la zona del proyecto está constituida básicamente por arenas arcillosas y en algunos casos específicos varía con la presencia de arenas limo arcillosas. Se caracterizaron también por ser materiales de suelo de baja plasticidad como se pudo corroborar en la clasificación de suelos SUCS. Para estos puntos de investigación se extrajeron 3 muestras por cada uno. 08 calicatas a cielo abierto, de las cuales al igual que en el caso de los puntos realizados con la técnica del SPT se detectó una estratigrafía constante con la presencia en casi toda la extensión de terreno de arenas arcillosas de baja plasticidad y en algunas muestras se detectaron

arenas limo arcillosas. En estos puntos de investigación se extrajeron 2 muestras por cada uno. El estudio topográfico del terreno se ejecutó utilizando la estación total obteniendo como resultado final los planos de curvas de nivel y perfiles del terreno. Se observa que el terreno en casi toda su extensión es llano, exceptuando zonas donde se encuentran residuos de construcción y demolición amontonados. La evaluación de impacto ambiental se realizó aplicando la herramienta conocida como Matriz de Leopold. Previamente a esta, se hizo la identificación de impactos y acciones previstas dentro del área de influencia del proyecto. El proyecto en conjunto generará un impacto positivo con un valor de +32 obtenido en la matriz de Leopold, además como datos adicionales se detectó que la acción con mayor impacto negativo fueron las excavaciones, movimientos de tierras y limpieza de terreno con un valor de -165, y por último que la acción con mayor impacto positivo fue la puesta en marcha de obra con un valor de +135. El nivel freático en promedio de todos los puntos de investigación se ubicó a profundidad equivalente a los -2.50 m con respecto al nivel de terreno. La resistencia del suelo o capacidad portante calculado para los diversos módulos del complejo deportivo varía entre los 0.92 kg/cm<sup>2</sup> como valor mínimo y 1.32 kg/cm<sup>2</sup> como valor máximo a una profundidad de desplante igual a 1.50 m. Los parámetros sísmicos utilizados para el análisis estructural de los distintos módulos del complejo deportivo fueron obtenidos del reglamento nacional de edificaciones en su norma E.030 Diseño Sismorresistente, a continuación, se muestran dichos valores para el presente caso de investigación: Factor de zona (Z):  $Z=0.45$

(Zona 2) Factor de uso (U):  $U=1.30$  (Edificación Importante B) Factor de suelo (S):  $S=1.05$  (Suelos intermedios) Factor de amplificación sísmica (C):  $C=2.50$ . Período de vibración del suelo ( $T_p$ ):  $T_p=0.60s$ . El análisis de la cobertura tensada se realizó con el software SAP2000 y está compuesto por elementos “frame” con características de cables de acero y elementos “shell” que se comportan láminas delgadas con las características de la lona. El diseño de la membrana se lleva a cabo solo por esfuerzos axiales de tracción netos, garantizando que en todo momento y para cualquier caso de carga esta no pierda dicha configuración y mantenga su forma. En el diseño estructural de los módulos del complejo deportivo se aplicaron los criterios establecidos en las normas E.060 Concreto Armado, E.090 Acero Estructural y E.100 Bambú. Los tipos de cimentación utilizados en el presente proyecto fueron zapatas conectadas y losas de cimentación. Las coberturas metálicas están compuestas por arcos metálicas y tijerales que se armarán con perfiles L de alas iguales, en cuanto a sus dimensiones son variables según el elemento analizado y el módulo en estudio. Las soldaduras por usar en las conexiones son de filete del tipo arco protegido con un espesor constante de  $\frac{1}{2}$ ". El presupuesto desarrollado en la presente investigación abarca el costo directo total de las partidas de estructuras en su totalidad. El presupuesto de obra para el presente proyecto es de S/ 2,178,283.27. Los módulos presupuestados son 4 que se dividen en subpresupuestos obteniendo así, para el caso del coliseo deportivo un total de S/ 1,494,511.78, para el caso del restaurante de bambú un total de S/ 167,625.02, para el caso del auditorio un total de S/ 459,067.68 y

finalmente para el caso de la estructura tensada un total del S/ 597,078.79. El cronograma de ejecución de obra se analizó de manera independiente para cada módulo obteniendo plazos de 156 días calendario para el caso del coliseo deportivo, 119 días calendario para el caso del auditorio, 66 días calendario para el caso del restaurante de bambú y 81 días calendario para el caso de la estructura tensada”.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

**Cabrera y Martínez (2018) en su trabajo de investigación “Estudios y Diseños Definitivos De La Infraestructura Deportiva En La Ciudadela La Yolita Del Cantón Daule”** en la Escuela Superior Politécnica del Litoral de Guayaquil, considera como problema general: “¿Cómo realizar los estudios de factibilidad y diseños definitivos para proveer a la ciudad de Daule de un coliseo de baloncesto con capacidad para 1500 personas?”, como objetivo general: “Elaborar los estudios de factibilidad y diseños definitivos para proveer a la ciudad de Daule de un coliseo de baloncesto con capacidad para 1500 personas”, en cuanto a la metodología fue no experimental de carácter descriptivo, tuvo un enfoque cuantitativo. Como conclusiones indica que: “Se realizó una inspección técnica donde se tomó muestras de suelo para luego ensayarlas en laboratorio y conocer el tipo de estratigrafía que existe en el lugar además de su capacidad de carga. Los resultados de este nos permiten concluir que a una profundidad mayor a 1.25 m se tiene arcilla de alta y baja plasticidad, con capacidad de carga de 10 ton/m<sup>2</sup>. Debido a esto se trató de prever que el nivel de desplante de la cimentación de la estructura sea hasta máximo

1m de profundidad. El proceso de selección de las alternativas conlleva a una serie de análisis de tipo estructural, económico, ambiental y social, la alternativa seleccionada procura que ninguna de estas características se vea afectada por la readecuación de la estructura, sin embargo, se eligió la alternativa que no tome mucho tiempo en construir, pero, a cambio de la reducción de tiempo se vio afectado el precio total de la obra. En vista a que la estructura es un PARM conformado por celosías, toda la fabricación se la contempla realizar en taller y simultáneamente se realiza la cimentación en sitio. Para ayudar al aspecto socioeconómico del sector, en la etapa de cimentación, construcción de paredes y enlucidos se puede contratar a moradores de la zona debido a que la albañilería no requiere de un personal altamente calificado. Otro aspecto importante por tomar en cuenta para nuestra selección de PARM es la capacidad de carga del suelo, como se mencionó el suelo no posee una gran capacidad portante, por lo cual con otro tipo de estructura habría aumentado la carga al suelo y esto resultaría en un aumento de las dimensiones de la cimentación, por ende, en un aumento en el costo del proyecto. El diseño de la superestructura se lo realizó en base a lo que dicen las normas AISC 360-10, AISC 341-10 y NEC-2015, los cuales nos ayudaron a seleccionar el perfil más económico, resistente y funcional que hace que la estructura trabaje dentro de los límites admisibles. Para el tipo de estructura que estamos diseñando el coeficiente de reducción  $R$  es 3 y el factor de importancia  $I$  es 1.3 debido a que es una infraestructura deportiva que podría ser usada como un refugio el cual deba ser resistente contra sismos de gran intensidad según

los factores dados por la norma. El listado de los perfiles seleccionados se lo considero de las acereras más grandes de Guayaquil y se realizó una cotización para ver la disponibilidad. Debido a la gran luz de la estructura, los perfiles pudieron haber salido muy pesados, sin embargo, se logró reducir las secciones analizando uno a uno los elementos y observando cómo se comportaban, además, el acero A500 usado para los tubos estructurales es de una fluencia mucho mayor al A36. En el análisis se verifico los casos Modales 1, 2 y 3 tomando en consideración la dirección de deformación establecida, se verifico que los periodos de cada caso Modal no sobrepasan los 0.168 seg lo cual está en la zona lineal constante de la curva Sa vs T inelástico. En vista que la ductilidad del material que se está utilizando es alta y como el periodo fundamental de la estructura es menor a 1seg, se podría decir que la estructura es flexible y rígida a la vez. Por la gran rigidez de la estructura, el desplazamiento de los nodos en cualquier punto de la estructura no supera el valor de 1mm, por ello, concluimos que las derivas no superan el valor admisible. Debido a que el sector se encuentra urbanizado la línea base no sufrirá mucha alteración cuando concluya la fase de construcción, no obstante, las actividades de construcción pueden generar afectaciones al medio ambiente si no se realizan de una manera correcta. Una de las actividades que puede causar más daño es el movimiento de tierra, así mismo, los recursos más afectados de forma negativa pueden ser el suelo y el agua. En forma similar, el paisaje es el recurso más afectado positivamente, lo cual es beneficioso para los habitantes del sector. El proyecto en estudio es una infraestructura

interesante y útil para el cantón, el cual abarca muchas áreas de la Ingeniería Civil como Instalaciones, Geotecnia, Estructuras Metálicas, Cimentación, Análisis de Costo de Obra, Dibujo Técnico, Diseño Estructural e Ingeniería Ambiental, en los cuales se dieron soluciones para hacer viable la construcción.”.

**Guevara y Rengifo (2020) en su trabajo de investigación “Diseño estructural de vivienda tipo prioritario y cubierta para la cancha de microfútbol planteado en el proyecto MAIIP eje OSTI para el Barrio La Guadales ciudad de Girardot”** en la Universidad Piloto de Colombia, considera como problema general: “¿Cuál es el resultado del diseño estructural de cubierta metálica para escenario deportivo múltiple, de baloncesto, voleibol y microfútbol?”, como objetivo general: “Diseño estructural de cubierta metálica para escenario deportivo múltiple, de baloncesto, voleibol y microfútbol”, en cuanto a la metodología utilizó el método científico, fue no experimental y descriptivo. Como conclusiones indica que: “En cuanto a las viviendas existentes en el barrio la Victoria del municipio de Girardot departamento de Cundinamarca, la mayoría no se consideran viviendas dignas para sus moradores, dada las precarias condiciones físicas y ambientales en su sistema constructivo, de madera, guadua y lamina metálica improvisada que generan un factor de riesgo a incendio, inseguridad y efectos del clima. Los habitantes de dicha Comuna no cuentan con los recursos necesarios para arreglar o modificar sus viviendas, por eso es necesario que las entidades municipales y estatales les brinden ayuda y apoyo para poder acceder a una vivienda digna, bajo

la modalidad de vivienda prioritaria de interés social y de desarrollo progresivo. La estructura diseñada que esta sobre las bases sismo-resistentes es capaz de resistir los temblores pequeños sin daño, temblores moderados sin daño estructural, y en temblores fuertes sin colapso o pérdida de vidas humanas. El proyecto del diseño estructural buscó mediante los estudios tanto de suelos como de cálculos estructurales una versión moderada de vivienda de interés prioritario ligado a los programas existentes del gobierno nacional y de los gobiernos locales concluyendo así un modelo alternativo para el mejoramiento de vivienda y reubicación de la comunidad barrio la victoria de la ciudad de Girardot. Todos los elementos que componen el diseño estructural de la vivienda se rigen bajo la norma sismo resistente colombiana 2010, como lo contempla el título E de construcciones de uno y dos pisos donde se utilizan materiales certificados con las respectivas normas constructivas dando mayor confiabilidad a la estabilidad de la estructura ante fuerzas sísmicas y fuerzas de viento”.

**Jácome (2016) en su trabajo de investigación “Renovación de infraestructuras existentes y diseño estructural para la cubierta de los graderíos del coliseo abierto de la Parroquia Santa Rosa del Cantón Ambato provincia de Tungurahua”** en la Universidad Técnica de Ambato - Ecuador, considera como problema general: “¿Cómo obtener los estudios correspondientes a la Renovación de las Infraestructuras Existentes y Diseño Estructural para la Cubierta de Graderíos del Coliseo Abierto de la Parroquia Santa Rosa del Cantón Ambato Provincia de

Tungurahua?”, como objetivo general: “Obtener los estudios correspondientes a la Renovación de las Infraestructuras Existentes y Diseño Estructural para la Cubierta de Graderíos del Coliseo Abierto de la Parroquia Santa Rosa del Cantón Ambato Provincia de Tungurahua”, en cuanto a la metodología tuvo un enfoque cuali – cuantitativo, el tipo fue descriptivo. Como conclusiones indica que: “Se concluyó que el modelo creado para la estructura de las cubiertas metálicas, reduce los momentos en los apoyos de la cercha principal debido a la presencia de la armadura de compresión, la cual transfiere estos esfuerzos hacia las 6 columnas posteriores. Se comprobó que el diseño realizado por el código AISC360-10 cumple con las solicitaciones aplicadas; utilizando factores de seguridad para asegurar la resistencia de los elementos bajo la acción de las cargas generadas en el análisis. Se llegó a la conclusión de que Inventor ofrece herramientas de generación y cálculo de estructuras con perfiles normados internacionalmente, dando la posibilidad de modelar juntas metálicas de manera muy precisa y además brinda la posibilidad de realizar análisis locales en piezas y ensamblajes obteniendo un coeficiente de seguridad en el diseño. Se comprobó que tanto el software especializado para cálculo de estructuras como Inventor realizan cálculos y simulaciones muy confiables para realizar diseños estructurales, realizando chequeos globales y locales respectivamente. Se evidenció que la Norma Ecuatoriana de la Construcción se apoya en varios códigos extranjeros para cubrir dudas y especificaciones que no consten o que deban ser comprobados durante el diseño y la construcción de cualquier proyecto.

Se realizó el manual de usuario para el cálculo de soldaduras utilizando INVENTOR PROFESSIONAL 2015, demostrando la facilidad para calcular cordones de soldadura de diferentes formas y procesos; manejándose por la aplicación de cargas y materiales asignados por el usuario. Se comprobó que Inventor ofrece una gran facilidad para la elaboración de planos de taller; trabajando con norma ISO para realizar el detallado de superficies, mecanizados y soldaduras de manera técnica; además provee la información de materiales de construcción (BIM) para obtener cantidades de materiales por cada pieza y elaborar una planilla de forma rápida. Se concluyó que cada software tiene sus ventajas y desventajas, determinando que el uso correcto de los dos programas ayuda al usuario a obtener un cálculo preciso y la generación de detalles para las estructuras metálicas”.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL**

Según M.W. Hyler (1987), dice del Análisis Estructural: “Se entiende por análisis de una estructura el proceso sistemático que concluye con el conocimiento de las características de su comportamiento bajo un cierto estado de cargas; se incluye, habitualmente, bajo la denominación genérica de estudio del comportamiento tanto el estudio del análisis de los estados tensional y deformacional alcanzados por los elementos y componentes físicos de la estructura como la obtención de conclusiones sobre la influencia recíproca con el medio ambiente o sobre sus condiciones de seguridad. Es pues el objetivo del análisis de una estructura

la predicción de su comportamiento bajo las diferentes acciones para las que se postule o establezca que debe tener capacidad de respuesta.”

“Análisis. Se incluyen bajo esta denominación las actividades que llevan a la determinación de la respuesta de la estructura ante las diferentes acciones exteriores que pueden afectarla. Algunos de los términos anteriores se definirán de manera más formal en el capítulo siguiente. Por el momento basta entender que se trata de determinar los efectos de las cargas que pueden afectar a la estructura durante su vida útil”.

Meli Piralla (2003) Nos refiere del Diseño de Estructuras lo siguiente: “El diseño es un proceso creativo mediante el cual se definen las características de un sistema de manera que cumpla en forma óptima con sus objetivos. El objetivo de un sistema estructural es resistir las fuerzas a las que va a estar sometido sin colapso o mal comportamiento. Las soluciones estructurales están sujetas a las restricciones que surgen de la interacción con otros aspectos del proyecto y a las limitaciones generales de costo y tiempo de ejecución”.

“Conviene resaltar el carácter creativo del proceso. La bondad del proyecto depende esencialmente del acierto que se haya tenido en imaginar un sistema estructural que resulte el más idóneo para absorber los efectos de las acciones exteriores a las que va a estar sujeto. Los cálculos y comprobaciones posteriores basados en la teoría del diseño estructural sirven para definir en detalle las características de la estructura y para confirmar o rechazar la viabilidad del sistema propuesto. Podrá lograrse que una estructura mal ideada cumpla con requisitos de estabilidad, pero

seguramente se tratará de una solución antieconómica o anti-funcional. Esta parte creativa del proceso no está divorciada del conocimiento de la teoría estructural. La posibilidad de intuir un sistema estructural eficiente e imaginarlo en sus aspectos esenciales es el fruto sólo en parte de cualidades innatas; es resultado también de la asimilación de conocimientos teóricos y de la experiencia adquirida en el ejercicio del proceso de diseño y en la observación del comportamiento de las estructuras. Lo que comúnmente se denomina buen criterio estructural no está basado sólo en la intuición y en la práctica, sino que también debe estar apoyado en sólidos conocimientos teóricos”.

Por otra parte, en su libro del 2014, Gonzalo Cuevas dice del Diseño Experimental, “Una estructura puede concebirse como un sistema, es decir, como un conjunto de partes o componentes que se combinan en forma ordenada para cumplir una función dada. La función puede ser: salvar un claro, como en los puentes; encerrar un espacio, como sucede en los distintos tipos de edificios, o contener un empuje, como en los muros de contención, tanques o silos. La estructura debe cumplir la función a la que está destinada con un grado razonable de seguridad y de manera que tenga un comportamiento adecuado en las condiciones normales' de servicio. Además, deben satisfacerse otros requisitos, tales como mantener el costo dentro de límites económicos y satisfacer determinadas exigencias estéticas. Un examen de las consideraciones anteriores hace patente la complejidad del diseño de sistemas estructurales. ¿Qué puede considerarse como seguridad razonable, o como resistencia adecuada? ¿Qué requisitos

debe satisfacer una estructura para considerar que su comportamiento sea satisfactorio en condiciones de servicio? ¿Qué es un costo aceptable? ¿Qué vida útil debe preverse? ¿Es estéticamente aceptable la estructura?. Éstas son algunas de las preguntas que el proyectista tiene en mente al diseñar una estructura. El problema no es sencillo y en su solución usa su intuición y experiencia, basándose en el análisis y en la experimentación. Si los problemas de diseño se contemplan en toda su complejidad, puede afirmarse que no suelen tener solución única, sino solución razonable. En efecto, la labor del ingeniero proyectista tiene algo de arte. Indudablemente, el ingeniero debe aprovechar el cúmulo de información y metodología científica disponible, pero además tiene que tomar en cuenta otros factores que están fuera del campo de las matemáticas y de la física. El proceso que sigue el proyectista al diseñar una estructura es análogo al utilizado en el diseño de cualquier otro sistema. Por lo tanto, son aplicables los métodos que aporta la Ingeniería de Sistemas, ya que una de sus finalidades es la racionalización del proceso de diseño. El proceso de diseño de un sistema principia con la formulación de los objetivos que se pretenden alcanzar y de las restricciones que deben tenerse en cuenta. El proceso es cíclico; se parte de consideraciones generales, que se afinan en aproximaciones sucesivas, a medida que se acumula la información sobre el problema”.

“En el diseño de estructuras, una vez planteado el problema, supuestas ciertas acciones razonables y definidas las dimensiones generales, es necesario ensayar diversas estructuraciones para resolverlo.

En esta fase del diseño es donde la intuición y la experiencia del ingeniero desempeñan un papel primordial. La elección del tipo de estructuración, sin duda es uno de los factores que más afecta el costo de un proyecto. Los refinamientos posteriores en el dimensionamiento de secciones son de mucha menor importancia".

“El análisis estructural, es decir, la determinación de las fuerzas internas en los elementos de la estructura, implica un conocimiento de las acciones que actúan sobre la misma y de las dimensiones de dichos elementos. Estos datos son imprecisos cuando se inicia el diseño, ya que sólo se conocen en forma aproximada las dimensiones que tendrán los elementos. Éstas influyen tanto en el valor del peso propio como en el comportamiento estructural del conjunto. En un proceso cíclico, el proyectista va ajustando los datos iniciales, a medida que afina el análisis. Solamente en la fase final de este proceso hace un cálculo numérico relativamente preciso. El grado de precisión que trata de obtener en este proceso depende de la importancia de la estructura y de la posibilidad de conocer las acciones que realmente actuarán sobre ella. Un vicio común es el exceso de minuciosidad cuando la importancia del problema no lo amerita, o el conocimiento de las acciones solamente es aproximado, y cuando no lo justifica el ahorro que pueda obtenerse gracias al refinamiento en el análisis”.

#### **2.2.1.1. Normatividad aplicable**

Las normas peruanas que se utilizarán en la presente investigación son las siguientes:

- “E.020 – Cargas: Especifica los pesos específicos de los materiales más comunes utilizados en la construcción, y las sobrecargas en función del uso de las estructuras”.
- “E.030 – Diseño Sismorresistente: Define los parámetros mínimos a tener en cuenta al momento de hacer el análisis sísmico de una edificación”.
- “E.060 – Concreto Armado: Establece los requisitos que se deben cumplir al momento de realizar el diseño de elementos de concreto armado”.

### **2.2.2. DISEÑO EN CONCRETO ARMADO**

En cuanto al diseño en concreto armado, tal como indica Otasi (2011): “En este caso, el edificio a analizar está conformado por concreto armado debido a que es una tecnología altamente utilizada en el medio, de fácil producción, adquisición y comprensión en el ámbito de la construcción”.

Las principales ventajas del concreto armado son:

“Es de fácil adquisición ya que sus componentes (agua, cemento, agregados) son fáciles de hallar en cualquier locación geográfica.

No requiere de mucha técnica para su fabricación, más que un adecuado control en dosificaciones (a cargo de ingenieros o maquinas dosificadoras automatizadas). No necesita de mano de obra altamente calificada”.

“Debido a su naturaleza inicial fluida, puede acomodarse a cualquier forma estructural con mucha facilidad, adaptándose a los requerimientos arquitectónicos”.

“Requiere menos mantenimiento que las estructuras de acero o madera”.

“Es un material con alta resistencia al fuego, logrando soportarlo por un periodo de entre 1 a 3 horas sin necesidad de ningún sistema especial de protección (Wight, y otros, 2012), característica que el acero estructural y la madera carecen”.

Asimismo, Otasi (2011), manifiesta que:

“Aunque como todo material, también presenta desventajas que se deben tener en cuenta, siendo las principales las siguientes: El concreto posee una baja resistencia a los esfuerzos de tracción, razón por la cual se hace necesario la incorporación de acero de refuerzo en las zonas más susceptibles a sufrir este tipo de esfuerzos. Es inevitable que se presenten fisuras en los elementos de concreto armado, haciendo necesario la incorporación de acero para controlar la fisuración”.

“Debido a que inicialmente se encuentra en un estado de fluidez, es necesaria la utilización de encofrados para amoldar el concreto. Esto consume tiempo y mano de obra que se traducen en costo adicional”.

“La naturaleza del concreto hace que este desarrolle su resistencia conforme pasa el tiempo, por lo cual es necesario esperar a que el concreto sea lo suficientemente resistente antes del retiro de encofrados y la continuación de la construcción. Estos tiempos de espera se pueden reducir

con la utilización de aditivos especiales, sin embargo, esto también se traduce en un costo adicional”.

#### **2.2.2.1. CARGAS**

“También llamadas solicitaciones o cargas, son las fuerzas, esfuerzos y deformaciones que debe ser capaz de soportar una estructura durante su periodo de vida. Estas acciones pueden ser causadas por agentes propios de la estructura (como el peso propio) y por agentes externos a ella (como el peso de las personas)”.

En ese sentido, según Meli (2007), tenemos que:

##### **CARGAS MUERTAS**

“Son todas las cargas inherentes o adheridas a la estructura. Entre ellas se puede encontrar al peso propio de los elementos estructurales; al peso de los acabados arquitectónicos, tales como pisos, enchapados, tarrajeos, etc.; al peso de los aparatos sanitarios. Estas cargas siempre están presentes en la estructura. Las normas de construcción en cada país brindan al ingeniero estructural las magnitudes de las cargas muertas con las que se deben trabajar, aspecto que se verá con mayor profundidad en el metrado de cargas”.

##### **CARGAS VIVAS**

“Las cargas vivas son cargas que no siempre estarán presentes en la estructura, tales como el peso de las personas que ocupan el edificio, el peso de vehículos o el peso de aparatos o muebles que pueden removerse. Todas las cargas que no son muertas, son consideradas como vivas (McCormac, 2002), cargas tales como las ambientales (lluvia, viento,

inundaciones, sismo, nieve, etc). Sin embargo, estas cargas ambientales tienen un tratamiento distinto a las cargas vivas de uso, puesto que su incidencia depende grandemente de la ubicación geográfica y de las condiciones de trabajo de la estructura”.

### CARGAS SÍSMICAS

“En países como Estados Unidos, Chile y Perú, la actividad sísmica es un factor muy importante a tener en cuenta al momento de concebir las estructuras. Los eventos sísmicos producen aceleraciones en el terreno, haciendo que las estructuras reaccionen ante estos movimientos inducidos. Dependiendo del tipo de suelo y del sistema estructural, cada una reacciona de manera diferente ante las demandas sísmicas. Debido a esto, los países con actividad sísmica desarrollan normas estrictas que regulan el análisis y el diseño de las estructuras ante los efectos sísmicos con el fin de garantizar su correcto funcionamiento”.

### OTRAS CARGAS

“Dependiendo del país, de la ubicación geográfica y de las condiciones de trabajo de la estructura, es importante considerar otras cargas ambientales que tendrán mayor impacto en las estructuras que los sismos”:

“Empujes de Líquidos, Tierra y Materiales a Granel: Estructuras como piscinas y cisternas (empuje de líquidos y tierra) o silos de almacenamiento (empuje de materiales a granel, como granos vegetales) deben soportar este tipo de cargas”.

“Hundimientos Diferenciales: Se da cuando la cimentación de una estructura sufre distintos hundimientos en zonas distintas. Estos hundimientos diferenciales producen esfuerzos internos dentro de la estructura, esfuerzos que deben tenerse en cuenta si los hundimientos sobrepasan los establecidos por las normas”.

“Cargas de Nieve, Lluvia, Granizo y Hielo: En zonas donde la temperatura alcanza niveles muy bajos (como Cerro de Pasco o los nevados de Huaráz), es importante tener el efecto que tendrán estas cargas sobre los techos de las estructuras”.

“Cambios Volumétricos: Es sabido que todo tipo de material, al haber un aumento o una reducción en la temperatura de su medio ambiente, tiende a aumentar o reducir su volumen. Estos cambios volumétricos producen esfuerzos internos dentro de la estructura que, si son significantes, también deben tenerse en cuenta”.

“Cargas de Viento: En estructuras bajas de concreto, debido a su gran rigidez y peso, el viento no suele tener mayor efecto. Sin embargo, en estructuras altas y, generalmente, de acero estructural, el viento adquiere importancia debido al poco peso y a la gran flexibilidad de estas estructuras. Al igual que el análisis y diseño ante cargas de sismo, el análisis y diseño ante cargas de viento requiere un análisis y cuidado especial”.

“Acciones durante el Proceso Constructivo: Es común pensar en analizar y concebir las estructuras para las cargas que tendrá que soportar durante su tiempo de vida (Meli, 2007), sin embargo también es importante

considerar las cargas a las que será sujeta la estructura durante el proceso de construcción, mientras esta aún no desarrolla el 100% de su resistencia de diseño (en el caso de estructuras de concreto armado), ni adquiere la hiperestaticidad de la estructura completa. El tener en cuenta estos factores se ha vuelto importante en los últimos años”.

#### **2.2.2.2. ESTADOS LÍMITE**

Tal como indica Otasi (2011) tenemos los siguiente:

“Cuando empezaron a concebirse y diseñarse estructuras de manera formal e ingenieril, surgieron interrogantes como:

- “¿Cuál es la vida útil que debe tener la estructura?
- ¿Cuáles son los valores máximos, mínimos y promedios de las acciones externas que debe soportar la estructura?
- ¿Cuáles son las fuerzas o esfuerzos internos que se generan en la estructura por las acciones externas?
- ¿Cuál debe ser el grado de seguridad razonable del que se debe dotar a la estructura?
- ¿Cuál es el costo económico aceptable?
- ¿La solución propuesta es estéticamente aceptable?”

“Para poder establecer un estándar estructural que responda a estas interrogantes, se definió el concepto de Estado Límite. Se dice que una estructura alcanza un estado límite cuando ya no es capaz de cumplir alguna de las funciones para las cuales fue concebida. Según James Wight y James MacGregor (Wight, y otros, 2012), los estados límites para estructuras de concreto armado pueden ser divididos en tres grupos

básicos: los estados límites últimos, los estados límites de servicio y los estados límites especiales”.

### **2.2.2.3. ESTADOS DE LÍMITES ÚLTIMOS**

“Son estados en los cuales se tiene el colapso parcial o total de la estructura, pudiendo traducirse en pérdidas económicas y de vidas humanas. Debido a esto, deben tener una probabilidad muy baja de ocurrencia (Wight, y otros, 2012)”.

Los principales estados límites últimos son:

- “Pérdida de Equilibrio: Se da cuando no pueden desarrollarse las reacciones necesarias para mantener el equilibrio de una estructura. Un ejemplo claro podría darse en el deslizamiento o en el volteo de un muro de contención” (Ottazi, 2011).
- “Rotura: Se da cuando alguno de los elementos estructurales falla o se rompe, llevando al colapso total o parcial de la estructura. En este estado límite se basa la mayoría del diseño en concreto armado” (Wight, y otros, 2012).
- “Colapso Progresivo: Se da cuando un elemento es cargado con una carga mayor a la que puede soportar, provocando su falla. Al fallar este elemento, la sobrecarga es transmitida a los elementos cercanos, provocando también su falla sucesiva hasta que la estructura total colapse. Este tipo de colapso puede prevenirse o atenuarse mediante detalles adecuados del refuerzo que permitan amarrar a los elementos estructurales entre sí, proveyendo trayectorias alternativas a las sobrecargas en caso de que un elemento falle”.

- “Formación de un Mecanismo Plástico: Se da cuando se han formado las suficientes rótulas plásticas para que la estructura pueda transformarse en un mecanismo, convirtiéndola en una estructura inestable (Wight, y otros, 2012)”.
- “Inestabilidad: En concreto armado, la inestabilidad está dada por el pandeo de las columnas (Wight, y otros, 2012). En estructuras de acero, también se considera el volcamiento de vigas”.
- “Fatiga: Se presenta cuando hay constantes ciclos de carga y descarga de los elementos estructurales, provocando su repentina falla” (Wight, y otros, 2012)

#### **2.2.2.4. ESTADOS LÍMITES DE SERVICIO**

“Estos estados límites se dan cuando se interrumpe el funcionamiento normal de las estructuras sin necesidad de llegar al colapso” (Wight, y otros, 2012).

Los principales estados límites de servicio son:

- “Deflexiones Excesivas: Durante el periodo normal de funcionamiento de una estructura, las deformaciones excesivas podrían causar el mal funcionamiento de maquinarias, el quiebre de tabiques, de vidrios y ventanas y podrían ser visualmente perceptibles e inaceptables arquitectónicamente” (Wight, y otros, 2012).
- “Excesivo Agrietamiento: El agrietamiento excesivo podría traducirse en corrosión del acero de refuerzo y el posterior deterioro del concreto” (Ottazi 2011).

- “También un agrietamiento excesivo podría traducirse en filtraciones indeseables en estructuras que almacenen líquidos, tales como reservorios, piscinas o cisternas de agua”.
- “Vibraciones Indeseables: La vibración constante de un piso podría causar miedos e inseguridades en las personas que circulen en él, aunque este no es mayor problema en estructuras de concreto armado” (Wight, y otros, 2012).

#### **2.2.2.5. ESTADOS LÍMITES ESPECIALES**

“Estos estados límites se dan en condiciones excepcionales, tales como”:

- “Daño o colapso provocado por un sismo extremo”.
  - “Daño provocado por incendios, explosiones o choques de vehículos contra la estructura”.
  - “Daño provocado por corrosión o deterioro de la estructura, etc.”
- (Wight, y otros, 2012)

#### **2.2.3. ESTRUCTURACIÓN**

“La estructuración consiste en brindarle al edificio cierta rigidez en ambos sentidos, de modo que el edificio tenga un buen comportamiento ante un sismo. Es recomendable que se estructure lo más simple posible para que el modelo de la estructura sea lo más cercano a la realidad.

La edificación tiene la posibilidad de sufrir daños importantes ante un sismo severo, pero solo puede presentar daños leves ante un sismo moderado. El ingeniero debe estar en la capacidad de diseñar una

estructura económica, pero a su vez, debe desempeñarse correctamente de acuerdo al tipo de sismo que lo afecte”.

#### **2.2.3.1. Criterios de estructuración**

“Se deben tomar en cuenta los siguientes criterios de estructuración para lograr una estructura sismo-resistente”:

#### **2.2.3.2. Simplicidad y simetría**

“Es recomendable que las estructuras sean lo más simple posible, debido a que esta se puede idealizar de forma más cercana a la realidad y se puede predecir con mayor certeza su comportamiento sísmico. Si tenemos una estructura muy compleja, se deben hacer simplificaciones en el modelo y esto no garantiza que la estructura real se comporte de la misma manera”.

“Asimismo, se recomienda una estructura simétrica en ambas direcciones, debido a que la ausencia de este podría ocasionar problemas debido al efecto de la torsión”.

“Lo ideal es que el centro de masas y el centro de rigidez logren coincidir, caso contrario, se tendrá un movimiento de rotación adicional, por lo cual se deberá reforzar aún más la estructura”.

#### **2.2.3.3. Resistencia y ductilidad**

“Para garantizar la estabilidad en la estructura, esta deberá tener resistencia sísmica en, por lo menos, dos direcciones ortogonales o cercanas a ser ortogonales. Se debe garantizar un adecuado transporte de cargas, desde el punto donde se aplica la carga hasta el punto que resista dicha carga, con una adecuada resistencia en todos los elementos”.

“Debido a que la sollicitación sísmica solo ocurre en pequeños periodos de tiempo en la vida de la estructura, esta se diseña con una resistencia inferior a la máxima requerida por el sismo; por esta razón, se le brinda una ductilidad a la estructura, una etapa plástica. Se debe tener una adecuada ubicación de las rótulas plásticas, procurando que estos elementos sean los que contribuyen menos a la estabilidad del edificio, como las vigas. Se debe lograr que la falla de la estructura no sea por la compresión del concreto, sino que sea por la fluencia del acero”.

#### **2.2.3.4. Hiperestaticidad y monolitismo**

“Se debe lograr que la estructura tenga una disposición hiperestática, con el fin de obtener una mayor capacidad resistente ante sollicitaciones sísmicas mediante rótulas plásticas. Estas rótulas plásticas son la mejor opción para disipar la energía proveniente del sismo.

Es necesario que la estructura sea monolítica, que esta trabaje como un solo elemento, para cumplir con las hipótesis planteadas en el modelo”.

#### **2.2.3.5. Uniformidad y continuidad en la estructura**

“Se recomienda que la estructura sea continua en su planta y en su elevación. Se debe evitar cambios bruscos en los elementos verticales. Por ejemplo, si se debe liminar al algún elemento vertical, hacerlo de manera gradual en los pisos. Con este criterio, podemos evitar el fenómeno de “piso blando”, el cual aumenta la concentración de esfuerzos en los elementos de un determinado nivel”.

#### **2.2.3.6. Rigidez lateral**

La rigidez lateral evita que la estructura tenga grandes deformaciones ante fuerzas horizontales, lo que ayuda a evitar grandes daños en los elementos no estructurales. De esta manera se evita el aislamiento de estos elementos no estructurales con la estructura en el sistema constructivo”.

“Es usual que en una estructura aperturada se coloquen muros de corte (placas), con lo cual se obtiene una combinación de elementos flexibles y rígidos. Esto quiere decir, que la estructura tendrá menores desplazamientos debido a los muros de corte y mayor disipación de energía debido a la hiperestaticidad de los pórticos”.

#### **2.2.3.7. Existencia de diafragma rígido**

“Para asumir que todos los puntos de un mismo nivel de la estructura poseen el mismo desplazamiento, se considera una losa rígida en un plano. Estas fuerzas, que ocasionan el desplazamiento en cada planta, son distribuidas en los elementos verticales (placas y columnas) según su rigidez”.

“Para cumplir con esta condición, la estructura no debe tener plantas con grandes aberturas que debiliten la rigidez de las losas. En el caso que se tengan plantas muy largas o con forma de “T”, “L” o “H”, es recomendable separar parte del edificio mediante juntas de separación sísmicas”.

#### **2.2.3.8. Elementos no estructurales**

“En algunos casos, los elementos secundarios, como los tabiques, pueden llegar a tener mucha importancia en el diseño. En algunos casos puede ayudar a la estructura, disipando energía sísmica al generarse agrietamiento. Por otro lado, puede perjudicar a los cálculos si no se tienen la debida consideración”.

“En estructuras con muros de corte, el análisis de los tabiques no es importante, debido a que la rigidez es estos es menor al de los muros de concreto. En cambio, para estructuras aporticadas, el efecto de los tabiques es más relevante. En este caso, es necesario considerar la tabiquería en el modelo, pues habrá cambios en la rigidez”.

#### **2.2.3.9. Cimentación**

“Para la cimentación de la estructura se debe tener en consideración: la transición de la cortante basal de la estructura hacia el edificio, los momentos volcantes, prever los desplazamientos diferenciales de la cimentación y tener en cuenta el fenómeno de licuefacción. Asimismo, se debe tener en cuenta la posibilidad de giro de la cimentación; en caso se tenga un suelo muy blando, mayor importancia se le debe dar al giro, pues puede cambiar el diseño de la estructura”.

#### **2.2.3.10. El diseño en concreto armado**

“Existen recomendaciones para el diseño sismo-resistente en concreto armado, como: brindarles mayor capacidad resistente a las columnas que a las vigas, de forma que las rótulas se formen primero en las vigas; confinar el concreto, mediante núcleos, en zonas de grandes

compresiones; y brindarles a los elementos mayor capacidad por cortante que por flexión, con el fin de generar una falla dúctil”.

#### **2.2.3.11. Aplicación de estructuración en edificio**

“En el caso del edificio elegido se establecieron dos direcciones “X” e “Y”, los cuales son perpendiculares entre sí. Para la estructuración del edificio se tuvieron las siguientes consideraciones”:

##### **PLACAS Y COLUMNAS**

“Para definir las placas y columnas de la estructura, es necesario verificar que estas sean continuas en todas las plantas de arquitectura, desde los niveles superiores hasta la cimentación. Estos elementos se encargarán de transmitir todas las cargas del edificio hacia el suelo”.

##### **VIGAS**

“Las vigas nos ayudan a conectar los elementos verticales y generar pórticos, su función es transferir las cargas en las losas hacia los elementos verticales y aumentar la rigidez del edificio, en el caso de las vigas peraltadas”.

“Para colocar las vigas peraltadas, es necesario observar las plantas de arquitectura y ver que zonas son las adecuadas”.

“En casos donde se requiera conectar elementos verticales pero la arquitectura lo impide, se colocan vigas chatas. Estas vigas se usaron también para casos en donde existe tabiquería en la dirección de las viguetas y en el borde de los ductos en las losas”.

##### **LOSAS**

“Los techos están conformados por losas aligeradas y losas macizas para lograr formar el diafragma rígido, para lo cual no debe existir discontinuidad en planta”.

#### **2.2.4. FILOSOFÍAS DE DISEÑO**

“Una vez entendidos los conceptos anteriores, el siguiente procedimiento consiste en realizar el diseño estructural. Sin embargo, en la actualidad existen dos filosofías que dominan el diseño de cualquier tipo de estructuras. El ingeniero estructural debe conocer cómo es que funcionan ambas filosofías”.

##### **2.2.4.1. DISEÑO POR ESFUERZOS ADMISIBLES**

“Tal como indica la American Society of Civil Engineers (2016) en inglés es conocido como Allowable Strength Design (ASD). Es una filosofía determinista (Jiménez Montoya, y otros, 2001) que busca que los efectos causados por las máximas cargas de servicio no sobrepasen un porcentaje del esfuerzo máximo de fluencia de los materiales, usualmente entre el 40% y 50% (Wight, y otros, 2012), buscando así que la estructura trabaje dentro del rango elástico. La sección 2.4 del ASCE 7-16 brinda las siguientes combinaciones de carga al momento de utilizar esta filosofía de diseño”:

- “D
- D + L
- D + (Lr o S o R)
- D + 0.75 L + 0.75 (Lr o S o R)
- D + (0.60 W)

- $D + 0.75 L + 0.75 (0.60 W) + 0.75 (L_r \text{ o } S \text{ o } R)$
- $0.6 D + 0.6 W$
- $D + 0.7 E_v + 0.7 E_h$
- $D + 0.525 E_v + 0.525 E_h + 0.75 L + 0.75 S$

Donde:

- “D = Carga Muerta
- L = Carga Viva
- $L_r$  = Carga Viva de Techo
- S = Carga de Nieve
- R = Carga de Lluvia
- W = Carga de Viento
- $E_v$ ;  $E_h$  = Cargas verticales y horizontales de sismo”

Por otro lado McCormac et al (2011) manifiesta: “Como se puede observar, en las combinaciones se utilizan las cargas en su estado de servicio, es decir, sin amplificar. En el caso en el que aplica algunos factores es para realizar una reducción probabilística o porque la carga fue calculada en estado último y requiere ser utilizada en estado de servicio. El único factor de seguridad que se aplica en este método de diseño está en la limitación que se pone al esfuerzo de fluencia, buscando que las combinaciones de carga no sobrepasen el esfuerzo admisible planteado”.

“Al hacer que las estructuras trabajen en el rango elástico, mientras más grandes sean las cargas de servicio, mayores serán las dimensiones que necesitan los miembros estructurales para no sobrepasar el esfuerzo admisible que debe soportar el material”.

“Con el tiempo, se llegó a ver que este es un diseño antieconómico puesto que no se aprovecha la ductilidad de los materiales estructurales”.

“Sin embargo, es importante tener en cuenta este tipo de diseño por lo siguiente:

Algunos proyectistas diseñan estructuras contenedoras de líquido con la filosofía ASD, puesto que mantiene los esfuerzos en un nivel bajo, minimizando las fisuras en la estructura, tema muy importante para evitar la filtración de los líquidos”.

“El método ACI para calcular los momentos de inercia usados en el cálculo de las deflexiones, requiere el conocimiento en alguna medida del método de esfuerzos de trabajo”.

“El diseño de miembros de concreto pretensado se basa no solo en el método de resistencia, sino también en los cálculos de esfuerzo elástico en las condiciones de carga de servicio”.

#### **2.2.4.2. DISEÑO POR RESISTENCIA**

“En inglés es conocido como Load Resistance Factor Design (LRFD). Es una filosofía probabilista (Jiménez Montoya, y otros, 2001) ya que, en la realidad, es imposible conocer con total certeza las magnitudes de las cargas que actúan sobre una estructura, ni la completa calidad de los materiales que conforman la estructura”.

“Para compensar ambas incertidumbres, esta filosofía basa su seguridad en dos factores: Factores de Carga y Factores de Resistencia”.

#### **FACTORES DE CARGA:**

Tal como indica la American Society of Civil Engineers (2016):

“Debido a que no se conoce con certeza la magnitud de las cargas que actúan sobre una estructura en un determinado momento, se aplican factores de amplificación de cargas que permiten tener una mayor seguridad respecto a estas. A diferencia del método ASD, el método LRFD aplica distintos factores dependiendo de la naturaleza de las cargas. Por ejemplo, como la carga muerta es mucho más precisa de determinar, el factor de amplificación de esta es menor que el utilizado en las cargas vivas, cuya acción y duración es de difícil estimación”.

“La sección 2.3 del ASCE 7-16 brinda las siguientes combinaciones de carga al momento de utilizar el método LRFD”:

- “1.4 D
- 1.2 D + 1.6 L + 0.5 (Lr o S o R)
- 1.2 D + 1.6 (Lr o S o R) + (L O 0.5 W)
- 1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 (Lr o S o R)
- 0.9 D + 1.0 W
- 1.2 D + Ev + Eh + L + 0.2 S
- 0.9 D - Ev + Eh”

Donde:

- “D = Carga Muerta
- L = Carga Viva
- Lr = Carga Viva de Techo
- S = Carga de Nieve
- R = Carga de Lluvia
- W = Carga de Viento

- $E_v; E_h =$  Cargas verticales y horizontales de sismo”

“Como se puede observar, el método LRFD amplifica las cargas según la naturaleza de estas. También se debe mencionar que las distintas combinaciones obedecen a probabilidades de ocurrencia de las cargas. Por ejemplo, la probabilidad de que se presenten cargas de Viento (W) y de Sismo (E) en su máxima capacidad al mismo tiempo es muy remota, por lo que no se considera ninguna combinación donde estas cargas interactúen”.

#### FACTORES DE RESISTENCIA:

Al respecto, Mc Cormac (2011) señala que: “El otro factor de seguridad que considera el método LRFD es el de los factores de resistencia. Este es un factor que tiene en cuenta las incertidumbres respecto a la calidad de los materiales (y por ende, su resistencia), las aproximaciones en las ecuaciones de diseño, las aproximaciones del análisis estructural, las posibles variaciones de dimensiones de las secciones de los elementos durante su construcción, entre otros”.

“Se hace mención de los valores indicados por las normas ASCE 7-16 y ACI 318-14 debido a que son normas estadounidenses en las cuales se basan las normas de muchos países. En el capítulo IV se presentan los distintos valores que cada una de las normativas considera para el análisis y diseño en concreto armado”.

#### **2.2.5. CUBIERTAS**

Al respecto Gustin (1980) indica que: “La cubierta es la parte de una construcción que soporta el tejado. Este último puede adoptar las

formas geométricas más variadas; todas ellas están formadas por superficies más o menos regulares, inclinadas sobre la horizontal un ángulo tal que asegure la evacuación de las aguas”.

Su función es: “Para el caso específico de las cubiertas, es importante mencionar que su mayor ventaja se puede encontrar cuando se desea cubrir pequeñas y grandes luces. Este tipo de estructuras pueden ser fácilmente elaboradas por la gran diversidad de materiales que disponemos en el mercado, así como la ventaja de poder ser armados sus miembros ya sea mediante remaches, pernos o soldadura. Estas estructuras cumplen una importante función dentro de los ámbitos deportivos, industriales, sociales y también pueden ser tomados como una solución en el campo habitacional”.

Los elementos que componen una cubierta metálica son conocidos en el campo industrial con algunos sinónimos que dependen del tipo de estructura y los materiales utilizados. En la figura se ilustra los componentes de una cubierta elaborada mediante perfiles estructurales.

- Los miembros 1, 2, 3 y 4 componen la estructura principal, cubren un claro a la vez que soportan a las cargas muertas y vivas.
- El miembro 5 transmite las cargas de la cubierta a la estructura principal y trabaja a flexión.
- El miembro 6 es el que cubre toda la estructura.
- El miembro 7 o arriostramiento de la rigidez y soporta las cargas laterales de viento y/o sismo.

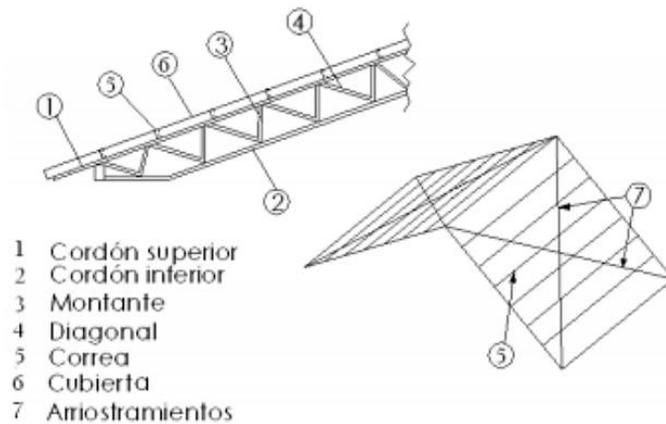


Figura 4: *Componentes de las cubiertas*

*Gustin (1980)*

“La estructura se puede definir como un conjunto de elementos simples dispuestos de tal forma que permitan soportar pesos y cargas, sin romperse, ni sufrir deformaciones excesivas de otras partes del sistema o mecanismo. Las estructuras deben estar constituidas de tal manera que tengan suficiente resistencia, su montaje sea practico y sean económicas”.

- “Seguridad: Las estructuras no solo deben soportar las cargas impuestas, sino además las deflexiones y vibraciones resultantes, no sean excesivas alarmando a los ocupantes, o provoquen agrietamientos”.
- “Costo: El proyectista debe siempre procurar abatir los costos de reconstrucción sin reducir la resistencia, algunas ideas que permiten hacerlo son usando secciones estándares haciendo detallado simple de conexiones y previendo un mantenimiento sencillo”.
- “Factibilidad: Las estructuras deben fabricarse y montarse sin problemas, por lo que el proyectista debe adecuarse al equipo e

instalaciones disponibles debiendo aprender cómo se realiza la fabricación y el montaje de las estructuras para poder detallarlas adecuadamente, debiendo aprender tolerancias de montaje, dimensiones máximas de transporte, especificaciones sobre instalaciones; de tal manera que el proyectista se sienta capaz de fabricar y montar la estructura que está diseñando”.

#### **2.2.6. TECHO PARABÓLICO**

Tal como indica COVERPRO (2021): “Estructura con diseño de arcos con poca altura y de radio amplio, resistente a vientos fuertes, reforzada con tijerales de ser necesario. La membrana tensada superpuesta refuerza el acoplamiento de los componentes de acero. Su estructura está conformada por sistemas de perfiles, tubos y cables de acero estructural galvanizado. Su cubierta puede estar conformada por telas impermeables y mallas plásticas de alta tenacidad. Con revestimientos: ignífuga, anti adhesión de polvo, anti rayos UV, laminado PVC, entre otros”.

##### **2.2.6.1 ARMADURAS**

Al respecto Hibbeler (2010) indica que: “Una armadura es una estructura compuesta de elementos esbeltos unidos entre sí en sus puntos extremos. Los elementos usados comúnmente en construcción consisten en puntales de madera o barras metálicas”.

“Las armaduras se pueden definir como vigas grandes, de gran peralte y de alma abierta. El propósito de las armaduras para techos es servir de apoyo a una cubierta para protegerse contra elementos naturales

(lluvia, nieve, viento, granizo). A la vez que realizan estas funciones deben soportar tanto las techumbres como su peso propio”.

- “Armadura simple: se sitúan en un solo plano y con frecuencia se usan para soportar techos y puentes”.
- “Armadura espacial: consiste en elementos unidos en sus extremos para formar una estructura estable tridimensional. La forma más simple de una armadura espacial es un tetraedro”.

#### **2.2.6.2 ARCOS**

Al respecto Kinney (1960) indica que: “Los arcos son una aplicación tanto de los marcos rígidos como de las armaduras. “Un arco puede definirse como una estructura que depende (usualmente en grado considerable) para su capacidad de soportar cargas verticales aplicadas, en el desarrollo de componentes de reacción horizontales, que actúan hacia el centro del claro del arco, en los apoyos de los extremos”.

“Este tipo de curva en forma de arco es ventajosa estructuralmente debido a que los momentos internos que resultan de las cargas aplicadas son mucho más pequeños que los que resultarían si se aplican cargas iguales a una armadura o viga de la misma luz como consecuencia de los momentos negativos que resultan de las fuerzas horizontales en los extremos”.

“Los tipos de arcos, desde el punto de vista estructural los arcos se los clasifica en fijos, biarticulados y triarticulados”.

- “Los arcos fijos se construyen generalmente en concreto reforzado y en cañones profundos, donde los apoyos pueden soportarse en roca resistente”.
- “Los biarticulados son los más comunes. En estos, la reacción horizontal algunas veces se da por el terreno y en otras mediante un elemento interno a tensión, son los denominados arcos atirantados”.
- “Los arcos triarticulados se construyen generalmente en madera estructural laminada en acero y son estructuras insensibles al asentamiento de los apoyos. Al elegir la forma de los arcos se basa en el deseo de conseguir que los resultados del cálculo tomen la forma de fórmulas simples. Otros criterios de selección de formas de arcos son la estética y la facilidad constructiva”.

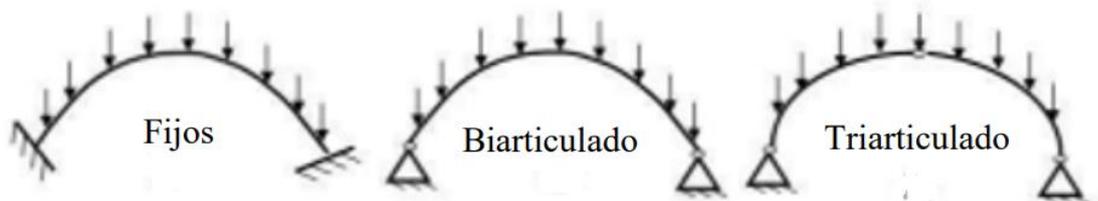


Figura 5: *Componentes de las cubiertas*

*Kinney (1960)*

### **2.2.7. LOSA DEPORTIVA**

Tal como el IPD (2018) manifiesta: “Una losa deportiva es un elemento estructural horizontal utilizado para hacer que una superficie sea plana, acondicionado para la práctica de actividades deportivas”.

### **2.2.7.1. NORMA A.100 DEL RNE**

De acuerdo a la Norma A.100: “Recreación y Deportes” del “Reglamento Nacional de Edificaciones”, en su artículo 4 indica que: “Las edificaciones para recreación y deportes se ubicarán en los lugares establecidos en el plan urbano, y/o considerando lo siguiente”:

- a) “Facilidad de acceso y evacuación de las personas provenientes de las circulaciones diferenciadas a espacios abiertos”.
- b) “Factibilidad de los servicios de agua y energía”
- c) “Orientación del terreno, teniendo en cuenta el asoleamiento y los vientos predominantes”.
- d) “Facilidad de acceso a los medios de transporte”

### **2.2.7.2. LOSA PARA BALONCESTO**

Tal como señala el NIDE (2011): “El campo de juego es un rectángulo de dimensiones 28m x 15m medidos desde el borde interior de las líneas que lo delimitan, las cuales no forman parte del terreno de juego. Las dimensiones indicadas son tanto para competiciones internacionales y nacionales como para los campos de nueva construcción”.

“BANDAS EXTERIORES: Alrededor del campo de juego habrá un espacio de 2m de anchura libre de obstáculos”.

“TRAZADO DEL CAMPO: El trazado del campo se hará conforme con las figuras BLC-1 y BLC-2. La Federación Internacional de Baloncesto (FIBA) ha aprobado el nuevo marcaje conforme con las siguientes fechas para su entrada en vigor: A partir del 1 de Octubre de 2010 para las competiciones de alto nivel, Nivel I (principales

competiciones oficiales FIBA: es decir, Juegos Olímpicos, Campeonatos del Mundo masculinos y femeninos, Campeonatos Continentales / Zonales masculinos y femeninos). A partir del 1 de Octubre de 2012 a más tardar para las competiciones de nivel medio, Nivel 2 (Es decir, todas las demás competiciones oficiales de la FIBA y las competiciones de alto nivel de las federaciones nacionales). No obstante las federaciones nacionales podrán aplicar el nuevo marcaje, si es posible, a partir del 1 de Octubre de 2010, especialmente para sus competiciones senior masculinas y femeninas”.

“Todas las líneas de marcas tendrán 5cm de anchura y serán todas del mismo color preferentemente blanco. Todas las líneas forman parte de la superficie que delimitan, excepto las líneas perimetrales que son exteriores”.



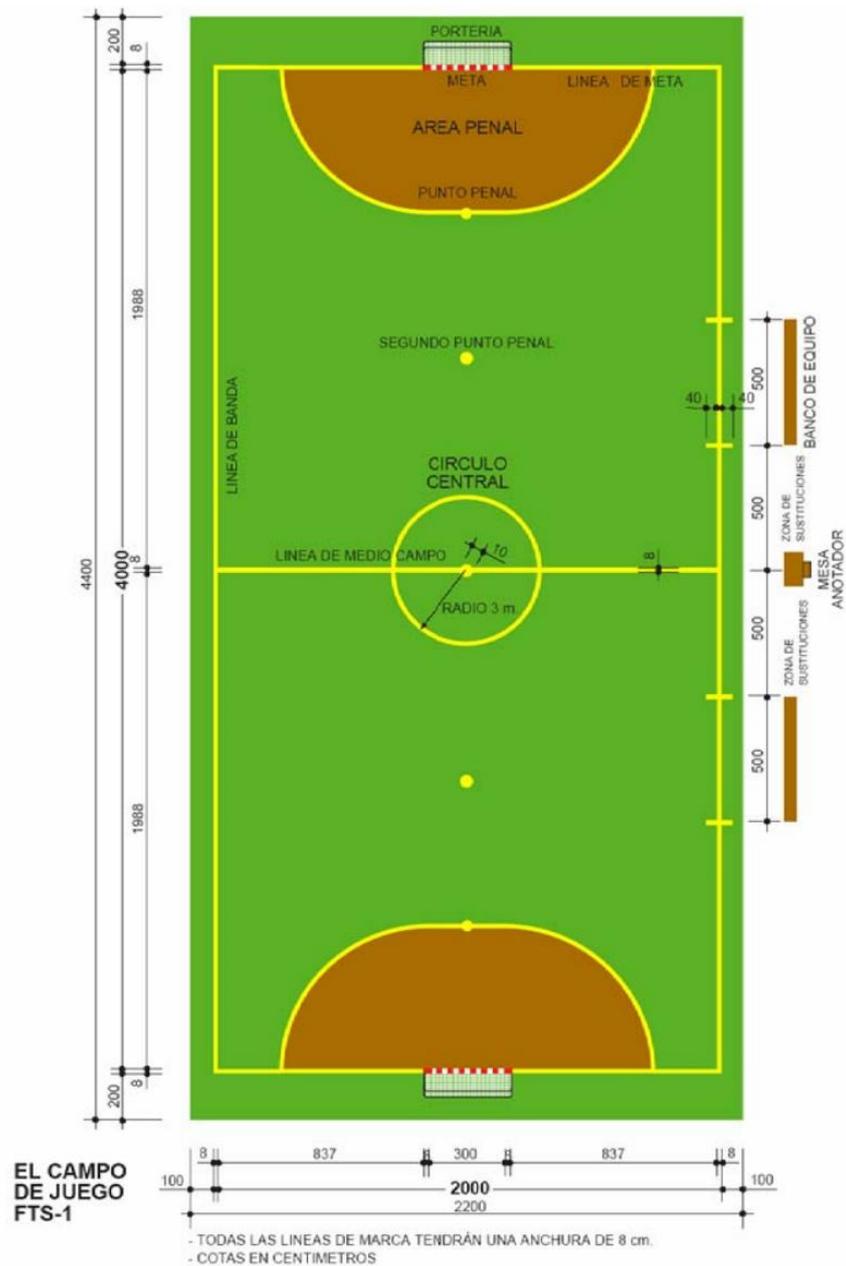


Figura 7: Dimensiones de la losa de fubito

NIDE (2011)

“BANDAS EXTERIORES: Alrededor del campo de juego habrá una banda de seguridad libre de obstáculos de 1m de ancho al exterior de las líneas de banda y de 2m de ancho detrás de las líneas de portería”.

“TRAZADO DEL CAMPO: El trazado del campo será conforme con las figuras BLM-1 y BLM-2. Las líneas de marcas tendrán 5cm de

ancho excepto la línea de gol que tiene la misma anchura que los postes 8cm. Todas las líneas forman parte de la superficie que delimitan”.

“ALTURA LIBRE DE OBSTÁCULOS: Será de 7m como mínimo sobre el campo y las bandas exteriores”.

“ORIENTACIÓN: El eje longitudinal del campo en instalaciones al aire libre será N-S admitiéndose una variación comprendida entre N-NE y N-NO”.

#### **2.2.7.4. LOSA PARA VOLEYBOL**

De acuerdo a lo que indica el NIDE (2011): “El campo de juego es un rectángulo de dimensiones 18m x 9m, tanto para competiciones internacionales y nacionales como para los campos de nueva construcción, medidas desde el borde exterior de las líneas que delimitan el campo de juego”.

“BANDAS EXTERIORES: Alrededor del campo de juego habrá una banda de seguridad libre de obstáculos de 3m de ancho por cada lado. En competiciones mundiales de la Federación Internacional de Voleibol (FIVB) la zona libre debe medir 5m desde las líneas laterales y 8m desde las líneas de fondo”.

“TRAZADO DEL CAMPO: El trazado del campo de juego será conforme con la figura VOL-1. Las líneas de marcas tendrán 5cm de ancho, serán de color claro y fácilmente distinguible del pavimento. En Competiciones Mundiales de la FIVB las líneas deben ser de color blanco. Todas las líneas forman parte de la superficie que delimitan”.

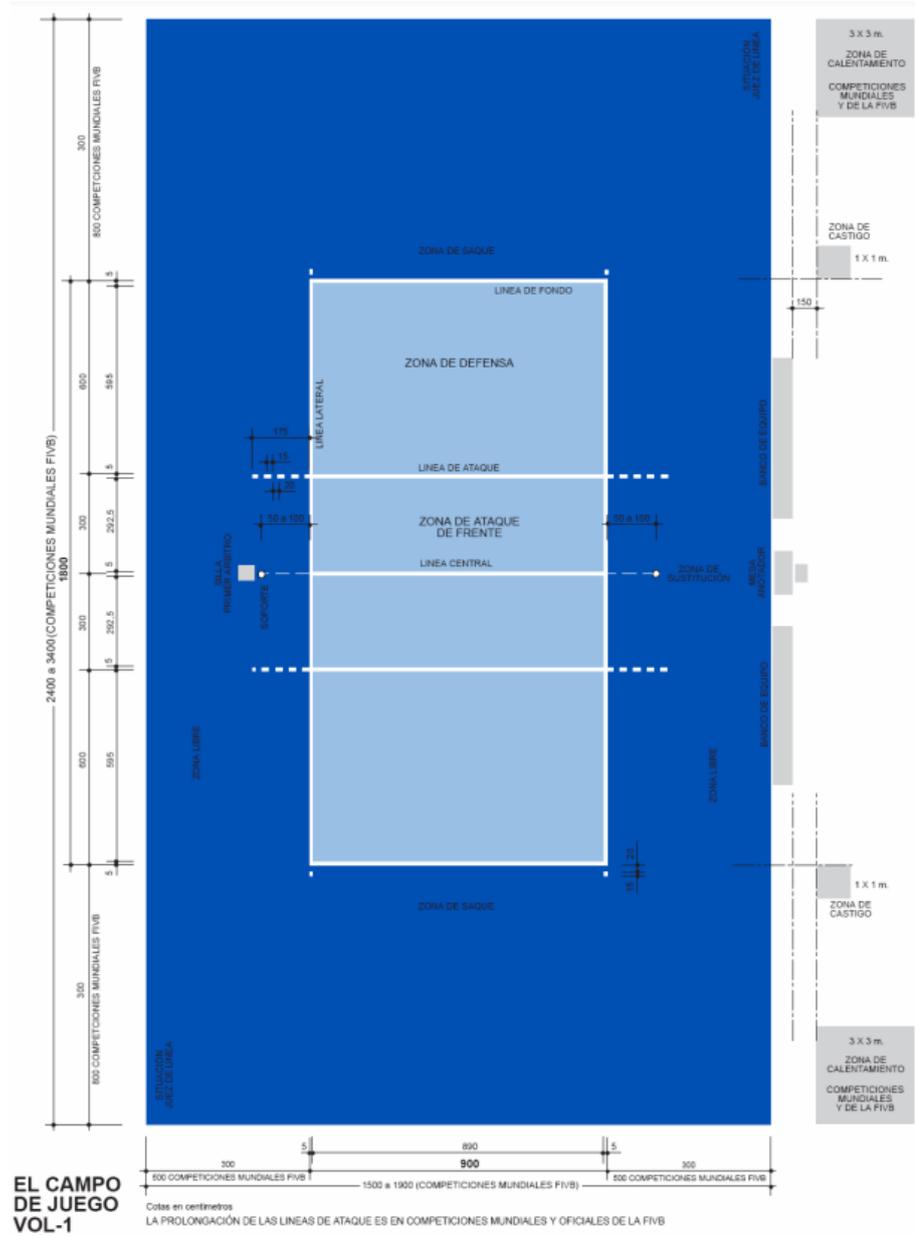


Figura 8: Dimensiones de la losa de voleibol

NIDE (2011)

### 2.3. Definición de términos:

**Estructura:** “La estructura (del latín *structūra*) es la disposición y orden de las partes dentro de un todo. También puede entenderse como un sistema de conceptos coherentes enlazados, cuyo objetivo es precisar la esencia del objeto de estudio.

La estructura es el conjunto de elementos que caracterizan un determinado ámbito de la realidad o sistema. Los elementos estructurales son permanentes y básicos, no son sujetos a consideraciones circunstanciales ni coyunturales, sino que son la esencia y la razón de ser del mismo sistema. Para los sistemas de soportes de cargas: Edificios, aviones, esqueletos, hormigeros, presas para castores y puentes son todos ejemplos de estructuras portantes. Las estructuras se dividen en categorías según sus diferentes enfoques y estándares de diseño, incluyendo estructuras de construcción, estructura arquitectónica, estructuras de ingeniería civil y estructuras mecánicas”.

“Los efectos de las cargas en las estructuras físicas se determinan a través del análisis estructural, que es una de las tareas de la ingeniería estructural. Los elementos estructurales pueden clasificarse como unidimensionales (cuerdas, puntales, vigas, arcos), bidimensionales (membranas, placas, losa de hormigón, revestimientos, bóvedas), o tridimensionales (masas sólidas)”.

“Los elementos estructurales se combinan en "sistemas estructurales". La mayoría de las estructuras cotidianas de carga son estructuras "activas en sección", como los marcos, que se componen principalmente de estructuras unidimensionales (de flexión). Otros tipos son las estructuras vector-activas como las cerchas, las estructuras activas en la superficie como las placas plegadas, las estructuras activas

en la forma como las estructuras de cable o de membrana, y las estructuras híbridas”. (Diccionario de Arte I. 2003)

**Estructuración:** “En esta parte del proceso se determinan los materiales de los que va a estar constituida la estructura la forma global de ésta, el arreglo de sus elementos constitutivos y sus dimensiones y características más esenciales. Como se desprende de lo expresado en párrafos anteriores, es ésta la parte fundamental del proceso. De la correcta elección del sistema o esquema estructural depende más que de ningún otro aspecto la bondad de los resultados. En esta etapa es donde desempeñarán un papel preponderante la creatividad y el criterio. El capítulo 4 de este texto trata de establecer las bases para la correcta elección del sistema estructural a través del examen de las formas estructurales esenciales y de la evaluación crítica de los principales materiales de construcción”. (Meli Piralla, 2003)

**Dimensionamiento:** “se define como el detalle la estructura y se revisa si cumple con los requisitos de seguridad adoptados. Además, se elaboran los planos y especificaciones de construcción de la estructura. Nuevamente estas actividades están con frecuencia muy ligadas a la aplicación de uno o más códigos que rigen el diseño de la estructura en cuestión. Los códigos y procedimientos son peculiares del material y sistema de construcción elegido y de ello poco se tratará en este texto. Lo que constituye un aspecto general son los criterios de seguridad y la estructura de los procedimientos de diseño los cuales se analizarán en detalle en el capítulo siguiente”. (Meli Piralla, 2003)

**Peligro:** “Probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con

una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos”.  
(CENEPRED, 2014)

**Peligro Sísmico:** “Es una medida, una probabilidad que muestra que puede producirse un terremoto concebible donde se crea una aceleración equivalente o más notable (excede) con una dimensión específica del poder sísmico. Cornell (1968) propuso una estrategia para llevar a cabo la investigación de riesgo sísmico probabilístico. Se elaboró para tal fin un mapa que evaluara la amenaza sísmica de dicho territorio con la ayuda del Catálogo Sísmico del IGP de su base de datos”  
(INGEMMET, 2015).

**LRFD:** “El método LRFD por las siglas de Load and Resistance Factor Design, es más reciente; algunos países de Latinoamérica lo han adoptado en los últimos años, mientras que otros países continúan con el método ASD que se refiere al diseño de tensiones admisibles, estos métodos son utilizados para el diseño de estructuras de acero. Se basa en la evaluación de una serie de estados límites, los cuales pueden definirse como una condición, aplicable a toda la estructura o a uno de sus componentes, más allá de la cual no queda satisfecho el comportamiento requerido o esperado. (BSG, 2015)

**Cubierta metálica:** “Se le llama cubierta a la estructura que forma el último diafragma de la construcción que se realiza en la parte superior y exterior de una vivienda. Esta tiene como misión proteger la construcción y a los habitantes de las inclemencias del clima. La forma de la cubierta depende del tipo de construcción en el cual se va a ejecutar”. (Miranda, 2019)

**Instalación deportiva:** “Una instalación deportiva o complejo deportivo, es un recinto o una construcción provista de los medios necesarios para el aprendizaje, la

práctica y la competición de uno o más deportes (Estas instalaciones podrían ser pistas de tenis, fútbol, y un sin fin de complejos deportivos más). Es importante remarcar que incluyen las áreas donde se realizan las actividades deportivas, los diferentes espacios complementarios y los de servicios auxiliares. Las instalaciones deportivas se componen de uno o más espacios deportivos específicos para un tipo de deporte.” (MCSport, 2017).

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

El diseño de la estructural del techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate" satisface los requisitos estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

1. Los valores de las cimentaciones de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021, cumplen con lo estipulado en la Norma E.050 del RNE"
2. El resultado del análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" satisface lo establecido en la Norma E.090 del RNE.
3. El análisis y diseño sismorresistente de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" se encuentra dentro de lo estipulado en la Norma E.030 del RNE.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de la variable**

#### **Variable independiente (1): TECHO PARABÓLICO**

Estructura con diseño de arcos con poca altura y de radio amplio, resistente a vientos fuertes, reforzada con tijerales de ser necesario. La membrana tensada superpuesta refuerza el acoplamiento de los componentes de acero. (Arcotecho, 2018)

#### **Variable dependiente (2): LOSA DEPORTIVA**

. Una losa deportiva es un elemento estructural horizontal utilizado para hacer que una superficie sea plana, acondicionado para la práctica de actividades deportivas. (IPD, 2010)

### **2.5.2. Definición operacional de la variable**

#### **Variable independiente (1): TECHO PARABÓLICO**

Se realizó un análisis y diseño estructural considerando lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones, para lo que corresponde al diseño de cimentaciones, concreto armado y coberturas, este diseño estructural cumple los parámetros establecidos, asimismo en las filosofías de diseño correspondientes.

#### **Variable dependiente (2): LOSA DEPORTIVA**

Se ha realizado la losa deportiva en el Asentamiento Humano “Cruz de Ate”, a fin de atender a la población de dicha zona, así como se le dotará de una edificación cubierta, en cumplimiento de la normatividad al respecto, asegurando la calidad técnica.

### **2.5.3. Operacionalización de la variable**

Tabla 1: *Operacionalización de las variables*

<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>			
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES (FACTORES)</b>	<b>INDICADORES</b>
TECHO PARABÓLICO	"Estructura con diseño de arcos con poca altura y de radio amplio, resistente a vientos fuertes, reforzada con tijerales de ser necesario. La membrana tensada superpuesta refuerza el acoplamiento de los componentes de acero".	Cimentaciones	- Norma E.050.
		Estructuras de concreto	- Norma E.020. - Norma E.030. - Norma E.060. - Norma E.070.
		Estructuras metálicas	- Norma E.090.
LOSA DEPORTIVA	"Una losa deportiva es un elemento estructural horizontal utilizado para hacer que una superficie sea plana, acondicionado para la práctica de actividades deportivas".	Ubicación	- Asoleamiento
		Material	- Concreto
		Dimensiones geométricas	- Largo
			- Ancho
			- Espesor
		Señalización	- Demarcación
Equipamiento complementario	- Arcos		
	- Tableros		

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

Para esta investigación el método fue el científico, pues según (Carrasco, 2007, p 35) “es un sistema de procedimientos, técnicas, instrumentos, acciones estratégicas y tácticas para resolver el problema de investigación. Y se caracteriza por ser analítico y sintético, porque estudia la realidad separando e integrando alternativamente los elementos empíricos y teóricos”.

El método científico se consideró en la investigación, ya que se pudo utilizar a fin de realizar un adecuado análisis y diseño estructural del techo parabólico de la losa deportiva Cruz de Ate.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue aplicada, ya que de acuerdo a Borja (2016, p. 10), este tipo “busca dar una solución de manera inmediata para poder modificar una realidad problemática”.

Ante lo mencionado, esta investigación fue aplicada debido a que los conocimientos obtenidos del análisis y diseño del techo parabólico de la losa deportiva Cruz de Ate, podrán ser aplicados a proyectos similares.

### **3.3. Nivel de investigación**

La presente investigación pertenece al nivel de investigación descriptivo, porque pretende “describir con la mayor precisión y fidelidad posible una realidad”. En ese mismo orden, Noguera (2003) indica que este nivel, “tiene la característica de conocer las situaciones y actitudes predominantes mediante, objetos, procesos y personas, pero no se limita a la mera recolección de datos, la meta de los investigadores es la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables”. (p. 30). Por lo que en la investigación realizada se describe el proceso de análisis y diseño del techo parabólico de la losa deportiva Cruz de Ate.

### **3.4. Diseño de investigación**

En la presente investigación el diseño fue no experimental, ya que, tal como Ccanto (2010) manifiesta: “Se basa en categorías, conceptos, variables, sucesos, comunidades o contextos que se dan sin la intervención directa del investigador, es decir; sin que el investigador altere el objeto de investigación. En la investigación no experimental, se observan los fenómenos o acontecimientos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. En un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes” (p. 139). En ese sentido, también fue transeccional descriptivo, debido a que la investigación tiene por objetivo analizar cuál es estado de una o más variables en un momento

determinado, para este tipo recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único o momento dado.

El esquema del diseño de la investigación, lo podemos ver a continuación:

Tabla 2: *Diseño de la investigación.*

M O

Fuente: Elaboración propia.

M= Muestra

O= Observación variable

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Con respecto a la población, Parra (2003) indica que: “las mediciones u observaciones del universo que se está estudiando, por esta razón pueden definirse varias poblaciones en una sola investigación, dependiendo de la cantidad de características a medir”. En ese sentido, en la investigación realizada la población está conformada por la Losa Deportiva Cruz de Ate - Lima.

La población se encuentra ubicada en:

- Lugar : Asentamiento Humano Cruz de Ate Zona 03 Sub Zona 03.
- Distrito: Ate
- Provincia: Lima
- Departamento : Lima



Figura 9: *Ubicación y localización*

### **3.5.2. Muestra**

La muestra fue no probabilística o dirigida, intencional, ya que este muestreo se realiza “sobre la base del conocimiento y criterios del investigador, en su experiencia con la población”, habiéndose considerado la especialidad de estructuras de la Losa Deportiva Cruz de Ate - Lima..

## **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.6.1. Técnicas**

Las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información, la técnica que se utilizará en la presente investigación será la observación, ya que, según Chávez, se define como “una técnica de recolección de datos que permite acumular y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva la investigación. La observación tiene la ventaja de

facilitar la obtención de datos lo más próximos a como éstos ocurren en la realidad; pero, tiene la desventaja de que los datos obtenidos se refieren sólo a un aspecto del fenómeno observado. Esta técnica es fundamentalmente para recolectar datos referentes al comportamiento de un fenómeno en un “tiempo presente” y nos permite recoger información sobre los antecedentes del comportamiento observado”.

**a) Observación directa**

“Esta técnica fue utilizada para poder determinar, comparar y medir el cumplimiento de las normatividades establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones”, para los diseños de estructuras de concreto armado y de acero, propias del techo parabólico.

**b) Análisis de documentos**

Desde el inicio de la investigación realizada y a través de toda su elaboración, se ha realizado el análisis de documentos a fin de contar con los sustentos teóricos y normativos correspondientes, contándose con los siguientes:

- Revisión de bibliografía y normativa:

Esta revisión se utilizó para poder profundizar en cuanto al conocimiento adquirido como investigador, en este caso en referencia al problema de investigación y de esta manera poder tener el sustento ante dicho tema investigado.

**c) Pruebas estandarizadas:**

Estas pruebas sirvieron para poder medir las propiedades propias de los suelos en los cuales se ha cimentado la losa deportiva.

### **3.6.2. Instrumentos**

El instrumento utilizado fue la “ficha de observación”, ya que, tal como indica Cascante (1989): “el uso de una ficha de observación puede ser útil no sólo para la recolección sistemática de datos, sino también para la valoración del seguimiento de cada unidad de correlación con el proyecto curricular que las engloba, siempre con una actitud abierta a cualquier reelaboración del sistema planificado, según las necesidades acaecidas en la práctica, y el común acuerdo del grupo de trabajo”.

### **3.7. Procesamiento de la información**

El procesamiento de la información fue realizado en base a las especificaciones establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones para las Normas E.050, E.020, E.030, E.060 y E.070, todo ello fue presentado mediante tablas y graficos respectivos, para un mayor entendimiento e interpretación de los resultados en el programa Microsoft Excel, habiéndose seguido el siguiente proceso:

- Determinación de las muestras
- Ubicación de las unidades de observación
- Construcción del instrumento
- Medición o verificación de los indicadores del instrumento
- Elaboración de la matriz de datos
- Procesamiento de datos

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

En la presente investigación las técnicas y el análisis de los datos tuvieron un enfoque cuantitativo, para ello se utilizó el analisis estadistico y de esta manera se

pueda establecer la correlación correspondiente a las variables en estudio, de acuerdo a los indicadores planteados en la operacionalización de las variables.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. Generalidades**

El área motivo de intervención se encuentra georeferenciada según las siguientes coordenadas del Sistema Universal Transversal de Mercator (UTM):

COORDENADAS UTM:

NOMBRE DE LA LOSA DEPORTIVA	X	Y
Asentamiento Humano Cruz de Ate	290295.71	8667356.13

##### **4.1.1. Respecto al proyecto**

La zona de intervención comprende una zona de categoría urbana; sin embargo, cuentan solamente con servicios básicos de electricidad y telefonía, cuyos servicios cuentan con una antigüedad aproximada de 05 años, mientras que para el servicio de agua y desagüe se halla en trámite ante SEDAPAL, pues se ubica en una zona accidentada y periférica, por el mismo hecho que presenta una topografía elevada.

Actualmente en la losa deportiva en el Asentamiento Humano Cruz de Ate Zona 03 Sub Zona 03, se puede evidenciar la ausencia de una cobertura sobre la losa deportiva con grass sintético apoyada sobre losa de concreto, donde

el cual se halla expuesto a la intemperie, y por ende al deterioro de los elementos que compone la losa deportiva, principalmente el grass sintético.

Considerando las viviendas asentadas circundantes y las calles que se interconectan con la losa deportiva, utilizada por los pobladores aledaños a la losa deportiva, se estima que serían 250 la cantidad poblacional beneficiaria.

El área de la losa deportiva intervenida es de un total de 886.60 m<sup>2</sup>.

#### **4.1.2. Características del suelo existente**

El Estudio de Mecánica de suelos desarrollado indica las siguientes características:

Se realizaron 03 excavaciones o calicatas en la modalidad “a cielo abierto”, ubicadas convenientemente en las zonas de Construcción de Losa Deportiva complementariamente se ha tomado muestras para calcular capacidad portante de cimentaciones de muros de contención.

Las excavaciones alcanzaron las siguientes profundidades:

- C-1 Calicata tajo abierto /centro 1.50 m
- C-2 Calicata tajo abierto /centro 1.50 m
- C-3 Calicata tajo abierto /centro 2.00 m

Los resultados de los ensayos realizados son los siguientes:

Tabla 3: *Resultados EMS*

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACIÓN		LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)			% GRAVAS	% FINOS	% ARENA	% HUMEDAD
			SUCS	AASHTO	LL	LP	IP				
C-1	M-1	1.00-1.20	GP-GM	A-1a(0)	NP	NP	NP	54.00	10.50	35.50	3.30
C-2	M-1	1.00-1.20	GP-GM	A-1a(0)	NP	NP	NP	54.00	10.50	35.50	3.30
C-3	M-1	1.50-2.00	GP-GM	A-1a(0)	NP	NP	NP	65.70	8.80	25.50	2.80

#### 4.1.3. Capacidad portante

La capacidad portante del terreno ha sido evaluada de conformidad con los resultados obtenidos en el campo y en el laboratorio; para el caso de cimentarse las zapatas de los muros de contención, estas se fundaran en el estrato inferior, en un suelo de clasificación SUCS tipo (GP-GM); Se recomienda el uso cimentación superficial mediante zapatas cuadradas o rectangulares, las mismas que podrán ser conectadas dependiendo del criterio del requerimiento estructural, principalmente para lograr una buena competencia sísmica, para lo cual podrá considerarse un valor de la capacidad admisible no mayor de  $4.00 \text{ kg/cm}^2$  para una profundidad de enterramiento no menor de  $D_f = 1.00\text{m}$ , a partir del estrato detectado.

Analizando los perfiles estratigráficos, los resultados de los ensayos de laboratorio y teniendo en consideración las características estructurales del proyecto, la cimentación será superficial, desplantada en el suelo favorable de la capa suelo tipo GP-GM, semi compactado, podrá emplearse sub cimiento ciclópeos o sub zapatas ciclópeas hasta alcanzar el terreno apropiado por los niveles de fundación.

En el perfil estratigráfico se tiene que el material para la fundación es el suelo tipo limoso mal graduado de clasificación SUCS, como GP- GM, el mismo que se localiza a partir de -1.10 m a -1.50 m. Para C-1; para C-2 a partir de -0.70 a -1.50m; y para C-3 a partir de -0.40 a -2.00m.

Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área estudiada. Para tal efecto, se ha utilizado el criterio de Terzaghi-Peck (1967), modificado por Vesic (1973).

A continuación podemos apreciar los parámetros obtenidos del Ensayo de Corte Directo:

Tabla 4: *Resultados del Corte Directo*

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD	DENSIDAD $\gamma_s$	DENSIDAD $\gamma_h$	HUMEDAD %	SUCS	Cu (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi^\circ$
C-3	M-1	1.50-2.00	1.54	1.62	6.6	GP-GM	0.00	33.2

La Capacidad portante para diseño: se tomara el menor valor de los dos valores obtenidos.

- $q_{ad} = 3.05 \text{ kg/cm}^2$  valor para un ancho  $B \leq 1.50\text{m}$ ; cimentaciones corridas - muro de contención
- $q_{ad} = 2.03 \text{ kg/cm}^2$  valor para un ancho  $B \leq 2.00\text{m}$ ; Losa de campo deportivo, con  $D_f = 0.50 \text{ m}$

#### 4.1.4. Falla por asentamiento

El diseño de una cimentación, requiere una seguridad razonable respecto a la resistencia por corte, y a los asentamientos admisibles en la presión de trabajo adoptada, limitando a un asentamiento de:

$$\Delta H = \frac{B \times q_{adm} (1.00 - (u)^2) \times I_f}{E_s}$$

Donde:

$\Delta H$  = Asentamiento probable (cm)

B = Ancho de la cimentación = 1.20 m

q adm = Presión de trabajo = 36.20 Ton/m<sup>2</sup>

u = Relación de Poisson = 0.25

Es = Módulo de elasticidad = 5000 Ton/m<sup>2</sup>

If = Factor de forma (central) = 112 cm/m

Reemplazando valores:

$$\Delta H = 0.91 \text{ cm} \leq 2.54 \text{ cm}$$

#### 4.1.5. Coeficiente de balasto

Para una base cuadrada o circular apoyada sobre un suelo arenoso limoso, donde se producirán cambios de volumen con la aplicación de una carga instantánea se calculará con la ecuación siguiente:

$$KS = 1.5 \left( \frac{ES}{B} \right)$$

Donde:

KS = Coeficiente de balasto

ES = Asentamiento diferencial = 5000 Tn /m<sup>2</sup>

B = Ancho de cimentación = 1.20 m

Reemplazando valores:

$$KS = 6250 \text{ Tn/m}^3 = 6.25 \text{ kg/cm}^3$$

#### 4.1.6. Resumen de parámetros del suelo

Del análisis efectuado para la presente investigación, en base a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio y perfiles estratigráficos obtenidos del reconocimiento IN SITU de los suelos encontrados, se ha encontrado que:

- El Angulo de fricción determinado por el ensayo de corte directo es de 33.2°.
- El suelo no presenta cohesión:  $c= 0.00$ , determinado en el ensayo de corte directo.
- La Capacidad portante del estrato auscultado en Tn./M2,y Kg/cm2, con factor de seguridad de: F.S =3.00, para el caso de la cimentación de muros de contención apoyado en manto gravoso de tipo SM-SW, se ha empleado la ecuación de capacidad de carga de TERZAGHI y modificada por VESSIC.

PARA CIMIENTOS CORRIDOS PERIMETRALES DE MUROS DE CONTENCION:

$$q_{ad.} = 3.05 \text{ kg/cm}^2$$

PARA LOSA DEPORTIVA

$$q_{ad.} = 2.03 \text{ kg/cm}^2, \text{ para } D_f=0.50\text{m}$$

- Asentamiento probable es de:  $\Delta H_1 = 0.91 \text{ cm} < 1'' = 2.54 \text{ cm}$ .
- El nivel de fundación

PARA LOSA DEPORTIVA: - 0.50m

PARA CIMENTACION DE MUROS DE CONTENCION: -1.20m

- Se considera desde el suelo del tipo GP-GM;

- Se recomienda eliminar todo el material contaminado y de relleno, que no es apto para las fundaciones.
- Hasta la profundidad de – 2.00 m, no se encontró la presencia de Nivel Freático.
- Corte de material de 0.50 M. promedio Sub-rasante (CBR) , escarificar, humedecer y Compactar al 95 % de su M.D, obtenida mediante el ensayo de Proctor Modificado.
- Sub-Base E=0.20 m. Material de préstamo compactado al 100 % de su M.D.S.
- Corte para construcción de plataforma de la losa Deportiva E=0.50 m.
- Corte y eliminación de materiales contaminados a mayor profundidad, tal es el caso de la zona de influencia de la parte posterior del terreno que se encuentra material en estado colmatado fino, grueso, mezclado con materiales de rellenos.
- En la conformación de la sub rasante, se eliminara todo material de relleno contaminado, como materiales orgánicos, basura, raíces, retirándose toda partícula mayor de 2” , en un espesor no menor de 0.15 M. luego se procederá a conformar y compactar al 95 % de su Máxima Densidad Seca del ensayo de Proctor Modificado.(ASTM-1557), la sub rasante para efector del plataformado deberá de tener un espesor mínimo de 0.20 M. , para poder conformar, escarificar, humedecer y compactar con Rodillo Vibratorio de 12 Tn.
- Tratamiento de la Sub-rasante, será escarificada, humedecida con material propio en estado granulométrico, compactar al 95 % de su MDS.

#### **4.1.7. Diseño de cimentación**

Se ha realizado el diseño de la cimentaciones, dadas a través de lo que es zapatas aisladas, cumpliendo los parámetros establecidos en la Norma E.050: Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

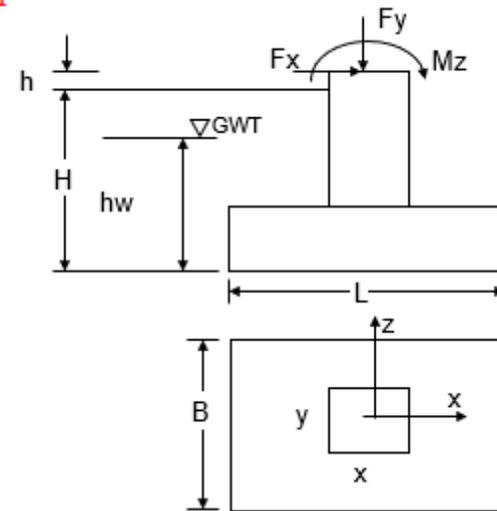
El diseño de azpatas aisladas realizado para la presente investigación, lo podemos apreciar a continuación:

## DISEÑO DE ZAPATA AISLADA

Análisis y Diseño estructural de Techo Parabólico de la Losa Deportiva Cruz de Ate - Lima 2021

DATOS			
CARGAS(kN)			Mz (kN.m)
	Fx	Fy	
MUERTA	3.9	166.4	5.8
VIVA	0.4	5.2	0.4
VIENTO	0.0	0.0	0.0
E	17.0	7.2	27.4
SUMA	21.2877	178.7382	33.59925
NIVEL DE FUNDACIÓN			
H (mm)	1000	h (mm)	100
hw (mm)	0	L/B	1
DIMENSIONES DE PEDESTAL			
x (mm)	300	y (mm)	300
RESISTENCIA DEL CONCRETO			
$f_c$ (N/mm <sup>2</sup> ) =	27.460		
RESISTENCIA DEL ACERO			
$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> ) =	413.868		
PRESIÓN DE SUELO PERMISIBLE			
$q_a$ (kN/m <sup>2</sup> ) =	299.10		
ANGULO BASE DE FRICCIÓN INTERNA DEL SUELO			33.02

Z-1



CARGA ULTIMA										
Load Case	0.9D+1.3W		1.4D+1.7L		0.75(1.4D+1.7L+1.7W)			0.75(1.4D+1.7L+1.87E)		
FACTORES	<b>0.9</b>	<b>1.3</b>	<b>1.4</b>	<b>1.7</b>	<b>1.05</b>	<b>1.275</b>	<b>1.275</b>	<b>1.05</b>	<b>1.275</b>	<b>1.4025</b>
Fux (kN) =	3.53		6.16		4.62			28.42		
Fuy (kN) =	149.74		241.77		181.33			191.37		
Muz (kN.m) =	5.21		8.85		6.64			45.03		

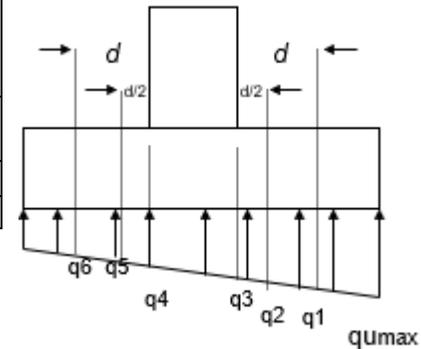
DIMENSIONES APROXIMADAS					
DIMENSIONES APROXIMADAS DE BASE		B (mm) =	1800	L (mm) =	1800
DIMENSIONES INGRESADAS		B (mm) =	<b>1500</b>	L (mm) =	<b>1500</b>

PROFUNDIDAD APROXIMADA				
Load Case	1	2	3	4
*qumax (kN/m2)	82.72	135.24	101.43	220.68
d (mm)	80.000	115.000	95.000	165.000

$$q_{u_{max}} = \frac{Fuy}{LB} + 6 \frac{Muz + Fux \times (H + h)}{L^2 B}$$

PROFUNDIDAD INGRESADA	d (mm)=	225	min 150mm (ACI 15.7.) min cover 70mm (ACI 7.7.)
	D (mm)=	<b>300</b>	

PESO DE FUNDACIÓN Df (kN)		
LOSA DE CONCRETO	$B * L * D * \gamma_c$	15.892
PEDESTAL	$x * y * (H+h - D) * \gamma_c$	1.695
LOSA DE CONCRETO SOBRE SUELO	$(B*L - x*y) * (H - hw) * \gamma_s$	23.732
SUELO SATURADO	$(B*L - x*y) * (hw - D) * (20-10) [ \gamma_s - \gamma_a ]$	0.000
Total Df (kN) =		41.320



Carga total, P = 212.90 kN

Mom volteo, Mv = 46.04 kN-mt

e = Mv / P = 0.216 mts *< L/6, Bien!*

PERFIL DE TENSION NETA (kN/m <sup>2</sup> )				
Load Case	1	2	3	4
qumax (kN/m2)	82.718	135.239	101.430	220.682
qumin (kN/m2)	50.384	79.665	59.749	-50.576
q1 (kN/m2)	74.634	121.346	91.009	152.868
q2 (kN/m2)	72.209	117.178	87.883	132.523
q3 (kN/m2)	69.784	113.010	84.757	112.179
q4 (kN/m2)	63.318	101.895	76.421	57.927
q5 (kN/m2)	60.893	97.727	73.295	37.583
q6 (kN/m2)	58.468	93.559	70.169	17.238

## REVISANDO

Por sismo (1),  
viento (2),  
ambos(3): 1

$$q_{max, min} = \frac{F_v}{LB} \pm \frac{M_z + F_x(H+h)}{B\bar{L}}$$

### PRESIÓN DE CONTACTO

Fv (kN) =	Fy + Df	220.06
-----------	---------	--------

qmax (kN/m <sup>2</sup> )	179.649
---------------------------	---------

qmin (kN/m <sup>2</sup> )	15.958
---------------------------	--------

q<sub>GP</sub> (gross pressure) (kN/m<sup>2</sup>) =

q <sub>GP</sub> =	138.7265	kN/m <sup>2</sup>
-------------------	----------	-------------------

( 3q<sub>max</sub> + q<sub>min</sub> ) / 4

< qa = 139.75 Ok

### ESTABILIDAD CONTRA ABERTURAS

MOMENTO DE ABERTURA	Mz + Fx * (H + h)	57.01572	kN.m
MOMENTO DE ESTABILIZACIÓN	Fv * (L/2)	165.04344	kN.m

$\frac{\text{Stabilizing moment}}{\text{Overturning moment}} =$	2.894701	>	1.5	<u>Ok</u>
---	----------	---	-----	-----------



**ESTABILIDAD CONTRA DESLIZAMIENTOS**

$\frac{F_v \times \tan \theta}{F_h} =$	5.968259	>	1.5	<u>Ok</u>
--	----------	---	-----	-----------

**REVISIÓN DE CORTE LONGITUDINAL**

Vc (kN) =	(1/6) * √(fc) * B * d			294.7652429
<b>Load Case</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Vu (kN)* =	44.255	72.165	54.123	105.061
Vu / 0.85Vc	0.1766	0.2880	0.2160	0.4193

\*Vu = 0.5 \* (q1+qumax) \* (L/2 - x/2 - d) \* B

**max Vu /**  
**0.85Vc = 0.4193**      <      **1.00**      Ok

- TIPO DE ZAPATA
- CENTRADA
  - COLINDANCIA
  - DE ESQUINA    **a<sub>s</sub> = 40**

**REVISIÓN DE PERFORACIÓN**

bo (mm) =	2 * [(x+d)+(y+d)]		2100
Vc (kN) = min of	(1/3) * √(fc) * bo * d		825.343
	( 1 + 2/(x/y) ) * (1/6) * √(fc) * bo * d		1238.01
	((a <sub>s</sub> * d/bo) + 2) * (1/12) * √(fc) * bo * d		1296.97
<b>Load Case</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	<b>4</b>		

Vc (kN) = 825.34

Vu (kN)* =	131.3967	212.1509	159.1132	167.9266
Vu / 0.85Vc	0.1873	0.3024	0.2268	0.2394

$$*Vu \text{ (kN)} = Fuy - (0.5 * (q2+q5)) * (x+d) * (y+d)$$

$$\frac{\max Vu}{0.85Vc} = 0.3024 < 1.00 \quad \text{Ok}$$

## REFUERZO

$$Mu = 0.9 f_y A_s \left( d - \frac{0.59 f_y A_s}{f'_c B} \right)$$

	DIRECCIÓN - x				DIRECCIÓN - z			
	REFUERZO DEL FONDO				REFUERZO DEL TOPE			
Load Case	1	2	3	4	1	2	3	4
Mu (kN.m)*	21.1698	34.513949	25.88546	49.8189	N R	N R	N R	-13.656
As (cm2)=	2.54297	4.1637435	3.114127	6.04023	N R	N R	N R	1.63642
r =	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	N R	N R	N R	0.0018
max r =	<b>0.0018</b>				<b>0.0018</b>			

$$r \min = 0.0018 \text{ (ACI 7.12.)}$$

$$r \max = 0.75 (0.85 f'_c / f_y) (600 / 600 + f_y) =$$

$$0.0423 \text{ (ACI 10.3.2)}$$

\* x - momento de dirección:

$$Mu \text{ (fondo R)} = q3 * B * 0.5 * (L/2 - x/2)^2 + 0.5 * (q_{\max} - q3) * B * (2/3) * (L/2 - x/2)^2$$

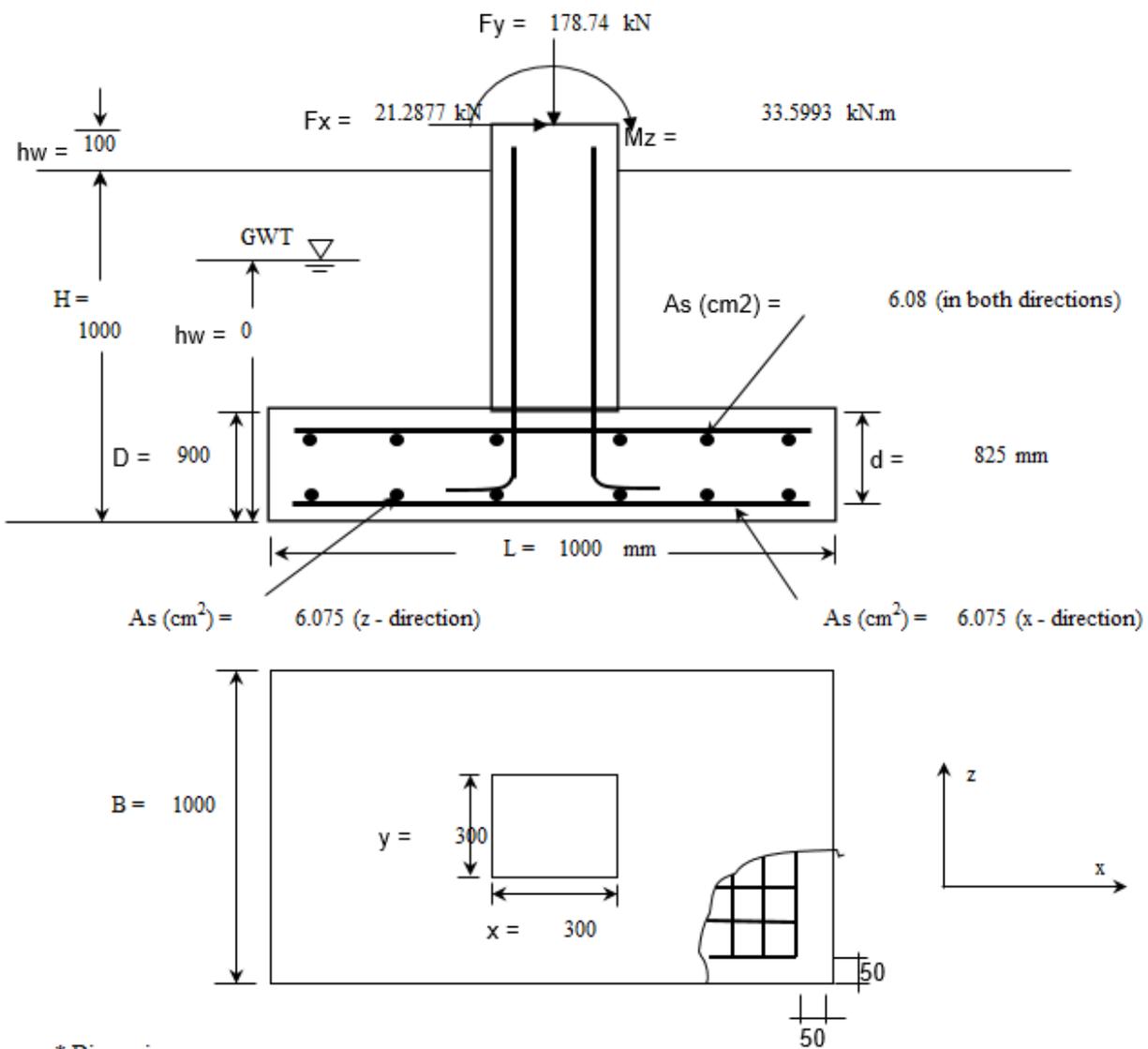
$$Mu \text{ (Tope R)} = q_{\min} * B * 0.5 * (L/2 - x/2)^2 \quad (\text{approximation})$$

\* z - momento de dirección:

$$Mu \text{ (fondo R)} = 0.5 * (q_{\max} + q_{\min}) * L * 0.5 * (B/2 - y/2)^2$$

Podemos apreciar a continuación el diagrama de esfuerzos en la zapata:

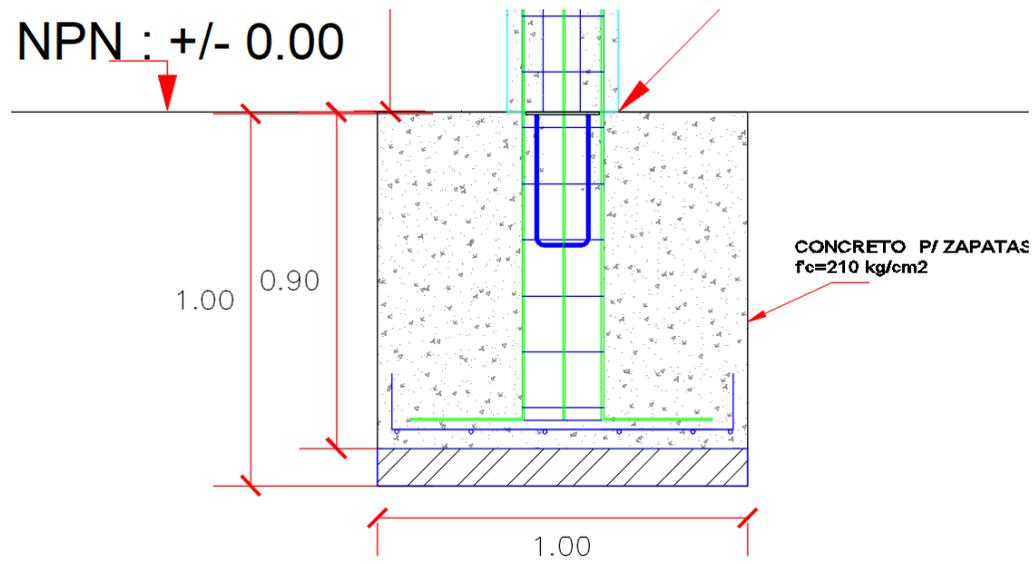




\* Dimensiones en mm

**Parrilla inferior :**

Dirección X = #4	6	Barras @ 225	∴ Usar	7 Barras #4 @ 22.5 cm
Dirección Z = #4	6	Barras @ 225	Usar	7 Barras #4 @ 22.5 cm



Como se ha podido apreciar anteriormente, se ha realizado el diseño de las cimentaciones propias del techo parabólico de la losa deportiva “Cruz de Ate”, habiéndose podido establecer que los valores de las cimentaciones de la losa deportiva "Cruz de Ate", estableciéndose que cumplen con lo estipulado en la Norma E.050 del RNE, en lo que corresponde a:

- Ensayos de mecánica de suelos (Artículo 14.5), se han realizado ensayos para determinar el contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de consistencia, clasificación de suelos y corte directo.
- Capacidad de carga (Artículo 20) y presión admisible (Artículo 22).
- Factor de seguridad frente a falla por corte (Artículo 21).

Por lo tanto, se puede establecer que la hipótesis específica 01: “Los valores de las cimentaciones de la losa deportiva "Cruz de Ate", cumplen con lo estipulado en la Norma E.050 del RNE”, por lo que se acepta.

#### **4.2. Diseño estructural de elementos metálicos**

Para la presente investigación se ha realizado el diseño estructural de los elementos que conforman la Estructura Metálica, los cuales son:

- Arco
- Vigas
- Vigueta
- Cobertura metálica
- Columnas

La estructura diseñada tiene una vigueta metálica de 22.30 m de luz con 0.40m de peralte. Asimismo, se ha estimado una flecha de 4.10 m por tema de deflexiones.

#### **4.2.1. Análisis de desplazamientos**

Se han verificado los desplazamientos obtenidos en el programa SAP2000 V21 tomando como referencia los parámetros establecidos por la norma técnica peruana E.090 y AISC 14 correspondientes.

#### **4.2.2. Verificación de esfuerzos**

Entre los parámetros que han intervenido en la verificación estructural se encuentran la resistencia al corte, flexión, carga axial en la zona de la cobertura. Asimismo, se verifico principalmente en vigas y columnas el pandeo lateral local y pandeo torsional debido a que estos elementos son mas vulnerables a sufrir deformaciones de este tipo.

#### **4.2.3. Características de la estructura**

En cuanto a los materiales utilizados para el diseño del proyecto se han considerado perfiles laminados ASTM A36 con una resistencia a la fluencia de  $F_y = 36$  KSI.

Las dimensiones que demanda la estructura son las siguientes:

- Luz del arco =  $L = 22.30$  m
- Espaciamiento/arcos =  $S = 4.80$  m
- Acero empleado = ASTM A36
- Altura de columnas =  $H = 6.00$  m

#### 4.2.4. Predimensionamiento de arco

- Flecha:  $F = 4.10 \text{ m}$
- Altura de peralte:  $H = 0.50 \text{ m}$
- Ancho:  $B = 0.30 \text{ m}$
- Espesor:  $t = 6 \text{ mm}$
- Tipo de sección BS HSS 4"x4"x1/2"
- Tipo de sección BI HSS 4"x4"x1/2"
- Transversales HSS 2"x2"x1/4"

Se estimó como manera tentativa, un perfil cuadrado tubular de HSS 4"x4"x1/2" tanto para la brida superior como para la inferior. Asimismo, para las diagonales entre las bridas estructurales se estimó una sección de HSS 2"x2"x1/4".

#### 4.2.5. Predimensionamiento de vigas

Para las vigas principales, se estimó el peralte efectivo mediante la longitud dividida entre veinte ( $L/20$ ) tal como se puede apreciar a continuación:

- Viga Y-Y,  $L_2 = 4810 \text{ mm}$ ,  $d_2 = 240.50 \text{ mm}$
- En Y-Y,  $d_2 = 241 \text{ mm}$ , HSS 8"x8"x5/8"

Por lo cual, se obtiene una sección tubular cuadrado de 8"x8"x5/8".

Por otra parte, para las vigas secundarias o correas se estima el peralte efectivo mediante la longitud dividida entre veinticuatro ( $L/24$ ), obteniendo la siguiente dimensión como se puede apreciar a continuación.

- Viga X-X,  $L_1 = 2050 \text{ mm}$ ,  $d_1 = 85.41 \text{ mm}$
- Viga Y-Y,  $L_2 = 2550 \text{ mm}$ ,  $d_2 = 106.25 \text{ mm}$
- En X-X,  $d_1 = 85 \text{ mm}$ , HSS 3"x3"x1/4"

- En Y-Y,  $d_2 = 106 \text{ mm}$ , HSS 3"x3"x1/4"

En consecuencia, se obtiene una sección tubular cuadrado de HSS 3"x3"x1/4", para ambas direcciones.

#### 4.2.6. Predimensionamiento de columnas

Para estimar el área de las columnas, se tomó en cuenta el ancho tributario ( $B = 7.025 \text{ m}$ ) para la columna mas critica el cual va a recibir el mayor peso.

Asimismo, el número de niveles la sobrecarga permanente que es de  $0.03 \text{ tonf/m}^2$ , la carga axial mayorada ( $1.4c_m + 1.25c_v$ ) y la fluencia del material  $F_Y = 250 \text{ MPA}$ . En el cual, se obtiene un área de  $7 \text{ plg}$ . Sin embargo, al tener una sección menor a las vigas se opto por colocar la misma dimensión que estas, debido a que la relación columna fuerte/viga débil, siempre debe prevalecer para que no se generen fallas frágiles.

- $L_1 (Y) = 9.62 \text{ m}$
- $L_2 (X) = 4.43 \text{ m}$
- N° DE PISOS = 1
- SCP =  $0.03 \text{ ton/m}^2$
- $C_m = 0.03 \text{ ton/m}^2$
- $C_M = 0.03 \text{ ton/m}^2$
- $C_V = 0.03 \text{ ton/m}^2$
- $P_U = 0.093 \text{ ton/m}^2$
- $F_y = 250 \text{ MPA}$
- $B_T = 7.025 \text{ m}^2$
- $A_c = 7"$

Por ende, se obtiene una sección de HSS 8"x8"x5/8".

#### 4.2.7. Predimensionamiento de arriostres

En cuanto a las riostras se tomo el factor donde  $K \cdot L_{ba} / 140$  debe ser menor o igual al radio de giro del perfil. Para lo cual, se tomó como dato la altura de la columna, la longitud entre columnas, el factor de rigidez K, el ángulo formado entre riostra y columna. Todo ello, para cumplir con el requisito de predimensionamiento más detallado.

- $H = 6 \text{ M}$
- $L1 = 5.10 \text{ M}$
- $L_a = 7.87 \text{ m}$
- $F_{la} = 0.90$
- $L_{ba} = 7.09$
- $K = 1$
- $e = 23.03 \text{ deg}$
- $\alpha = 66.97 \text{ deg}$

Debe cumplir:  $r \text{ menor} \geq kL_{ba} / 140$

- $kL_{ba} = 1.99''$
- Perfil = HSS 2"x2"x1/2"
- $r \text{ menor} = 1.41''$
- VERIFICACIÓN: Aumentar sección.

Asimismo, como se puede apreciar la relación de  $K \cdot L_{ba} / 140$  nos arroja un valor de 1.99". Sin embargo, se optó por una sección con menor radio de giro por el motivo que las cargas de sismo no son predominantes en este tipo de estructuras reticulares.

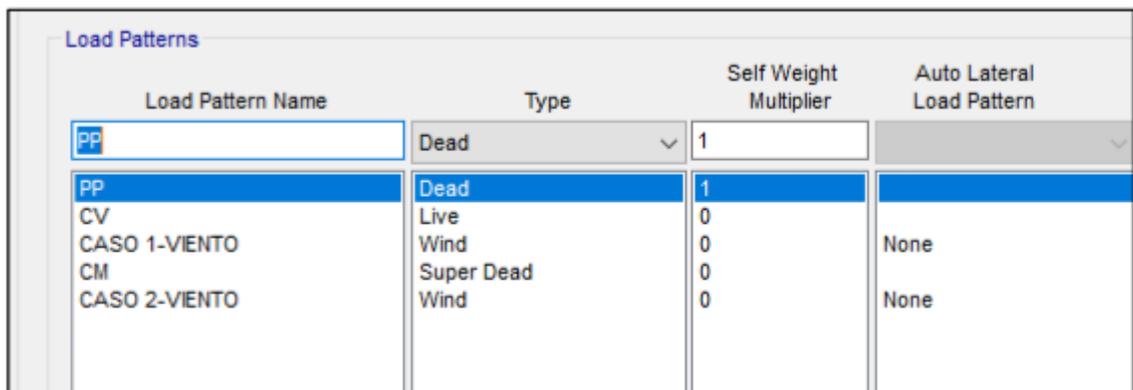
En ese sentido se ha considerado una sección de tubular cuadrado de HSS 4"x4"x1/2".

#### 4.2.8. Predimensionamiento de diagonales de arco

Para controlar las fuerzas por tracción y compresión que se originan en el arco se optó por diagonales que no superen el 1.50m de la longitud para poder contemplar un ángulo menor a 70°, donde se obtendría un buen desempeño de las barras. Por ello, los perfiles utilizados fueron HSS 2"x2"x1/4".

#### 4.2.9. Cargas unitarias

Como se puede apreciar, en cuanto a los estados de carga que se utilizaron fueron: el peso propio, la carga viva y los dos estados de carga para el viento.



Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
PP	Dead	1	
PP	Dead	1	
CV	Live	0	
CASO 1-VIENTO	Wind	0	None
CM	Super Dead	0	
CASO 2-VIENTO	Wind	0	None

Figura 10: Sobrecarga según recomendación de la norma E.020.

En ese sentido, se ha utilizado el software SAP 2000, en el cual se han realizado las combinaciones de carga necesarias, tal como se puede apreciar en la figura siguiente:

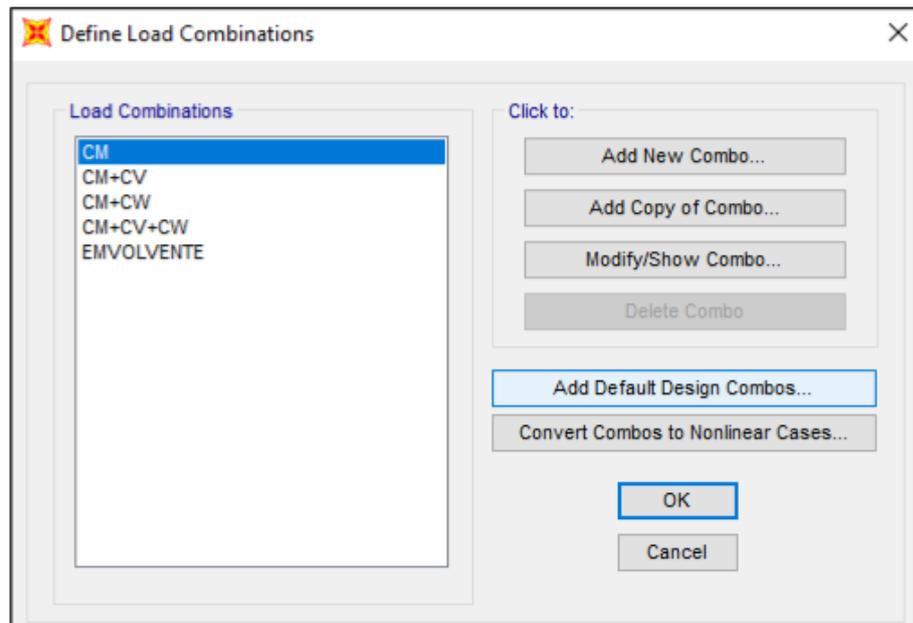


Figura 11: *Combinaciones de carga según la norma E.090*

#### 4.2.10. **Metrado de cargas**

Para el metrado de cargas se utilizó la norma técnica peruana E.020, donde se contempló lo siguiente:

##### Cargas por peso propio:

El cual está conformado por, el peso de los materiales, luminarias, instalaciones etc. Asimismo, el material que se usará para la cubierta de techo será ALUCIN, con un peso de 2.58 kg/m<sup>2</sup>. Por consiguiente, el peso propio fue metrado por el software.

##### Cargas Viva:

Cargas que provienen de los pesos no permanentes en la estructura y de montaje. El, cual se consideró una carga de 30kg/m<sup>2</sup>.

### Cargas de Viento:

El análisis de las cargas producidas por el viento son las más predominantes para este tipo de estructura, debido a que se idealiza como un pórtico liviano, se tomó mayor consideración en la evaluación de las acciones por sotavento y barlovento tal y como lo indica la norma técnica peruana.

Para ello, es necesario conocer los siguientes datos que fueron necesarios para aplicar las fuerzas en mención.

- Ph: Presión o succión del viento en kgf/m<sup>2</sup>
- C: Factor de forma adicional indicada en la tabla siguiente.
- Vh : Velocidad de diseño.

Asimismo, como se mencionó anteriormente se establece los factores de forma para el tipo de estructura empleada.

Los factores de forma considerados son:

- Superficies verticales de edificios
  - Barlovento +0.8
  - Sotavento -0.6
- Superficies inclinadas a 15° o menos
  - Barlovento +0.3 – 0.7
  - Sotavento -0.6
- Superficies inclinadas entre 15° y 60°
  - Barlovento +0.7 – 0.3

- Sotavento -0.6

El signo positivo indica presión y el negativo indica succión.

Se utilizaron ambos casos para poder contemplar el esfuerzo más crítico.

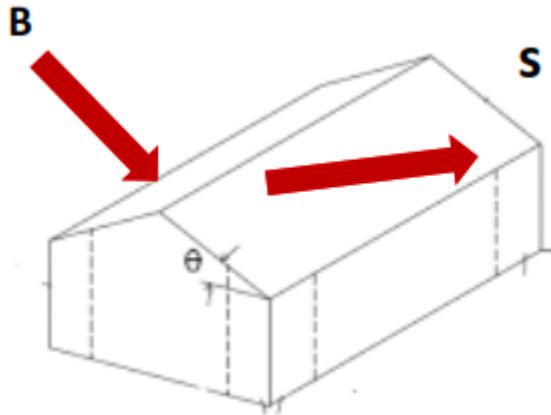


Figura 12: *Barlovento y sotavento considerados.*

Caso 1: Barlovento: 0.8 en columnas, 0.3 en cubierta

Sotavento: 0.6 en columnas, 0.6 en cubierta

Caso 2: Sotavento: 0.3 en cubierta

Sotavento:0.7 en cubierta

Asimismo, se procedió a realizar el calculo por metro lineal para que pueda ser aplicado a las columnas y a los arcos que son los que van a sufrir mayores esfuerzos debido a ello.

En ese sentido se ha realizado el diseño para pórticos centrales, tal como podemos aprecia a continuación:

## PÓRTICOS CENTRALES

CASO 1:

PORTICO CENTRALES	Altura de columnas	H =	6	m		
	Velocida diseño E020	V =	75	km/h		
	Velocida diseño EN "H"	Vh =	67.027734	km/h		
	Factor Barlovento	C =	0.8		Ancho tributario	10 m
	Presion externa del viento	Ph (b)=	17.970869	kg/m2	<b>179.7086858</b>	kg/m <b>en columnas</b>
	Factor Sotavento	C =	0.6		Ancho tributario	10 m
Presion externa del viento	Ph (s)=	13.478151	kg/m2	<b>134.7815144</b>	kg/m <b>en columnas</b>	

PORTICO CENTRALES	Altura de columnas	H =	6	m		
	Velocida diseño E020	V =	75	km/h		
	Velocida diseño EN "H"	Vh =	67.027734	km/h		
	Factor Barlovento	C =	0.3		Ancho tributar	10 m
	Presion externa del viento	Ph (b)=	6.7390757	kg/m2	<b>67.390757</b>	kg/m <b>en superficie</b>
	Factor Sotavento	C =	0.6		Ancho tributar	10 m
Presion externa del viento	Ph (s)=	13.478151	kg/m2	<b>134.78151</b>	kg/m <b>en superficie</b>	

CASO 2:

PORTICO CENTRALES	Altura de columnas	H =	6	m		
	Velocida diseño E020	V =	75	km/h		
	Velocida diseño EN "H"	Vh =	67.027734	km/h		
	Factor Sotavento	C =	0.7		Ancho tributar	10 m
	Presion externa del viento	Ph (b)=	15.72451	kg/m2	<b>157.2451</b>	kg/m <b>en superficie</b>
	Factor Sotavento	C =	0.6		Ancho tributar	10 m
Presion externa del viento	Ph (s)=	13.478151	kg/m2	<b>134.78151</b>	kg/m <b>en superficie</b>	

## PÓRTICOS EN ESQUINA

CASO 1:

PORTICO ESQUINAS	Altura de columnas	H =	6	m			
	Velocida diseño E020	V =	75	km/h			
	Velocida diseño EN "H"	Vh =	67.027734	km/h			
	Factor Barlovento	C =	0.8		Ancho tributario	2.555	m
	Presion externa del viento	Ph (b)=	17.970869	kg/m <sup>2</sup>	45.91556923	kg/m	en columnas
	Factor Sotavento	C =	0.6		Ancho tributario	2.555	m
Presion externa del viento	Ph (s)=	13.478151	kg/m <sup>2</sup>	34.43667692	kg/m	en columnas	

CASO 2:

PORTICO ESQUINAS	Altura de columnas	H =	6	m			
	Velocida diseño E020	V =	75	km/h			
	Velocida diseño EN "H"	Vh =	67.027734	km/h			
	Factor Sotavento	C =	0.7		Ancho tributar	2.555	m
	Presion externa del viento	Ph (b)=	15.72451	kg/m <sup>2</sup>	40.176123	kg/m	en superficie
	Factor Sotavento	C =	0.6		Ancho tributar	2.555	m
Presion externa del viento	Ph (s)=	13.478151	kg/m <sup>2</sup>	34.436677	kg/m	en superficie	

### 4.2.11. Cargas aplicadas

Para el diseño de la estructura metálica se han considerado las siguientes cargas muertas y vivas en el software SAP 2000:

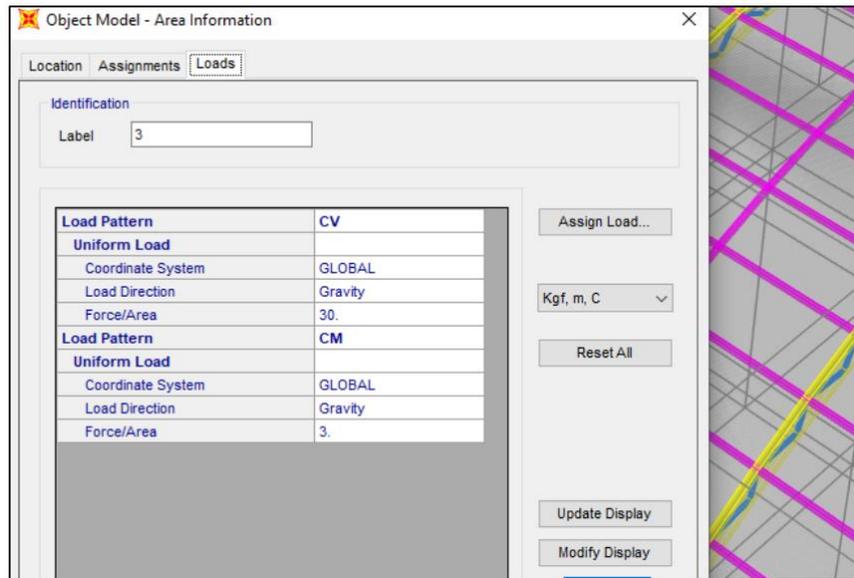


Figura 13: Sobrecarga según recomendación de la norma E020.

Tal como se aprecia en la figura anterior, en función de las carga, se ha procedido a determinar la incidencia de las cargas de viento tanto para los pórticos en esquina como para los pórticos centrales:

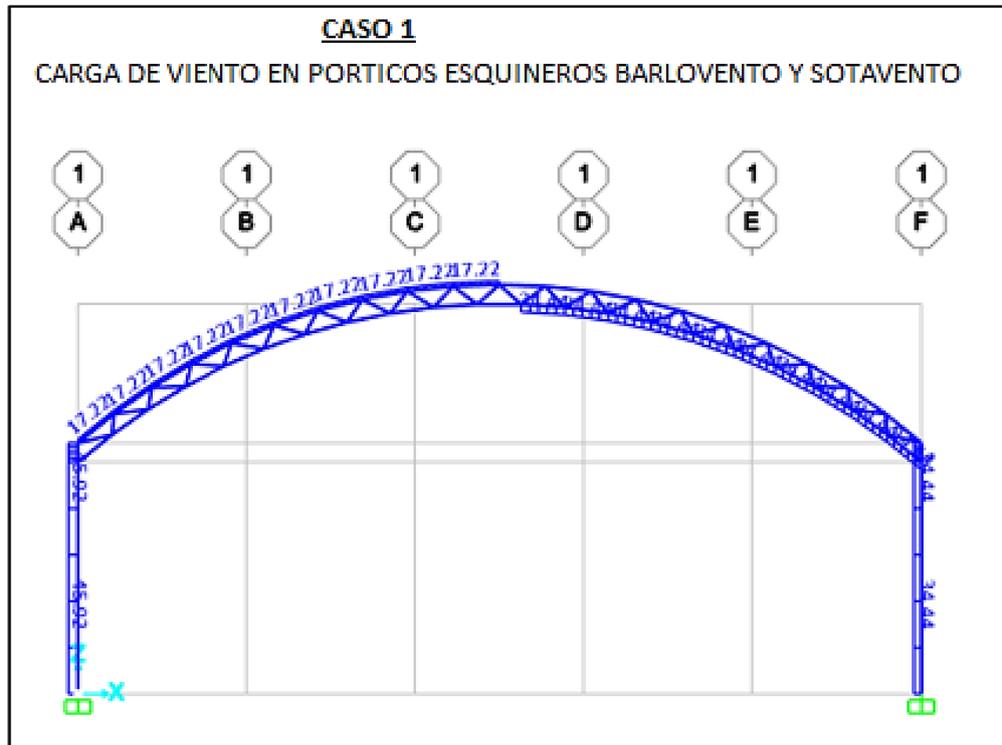


Figura 14: Carga de viento en pórticos en esquina- Caso 1.



Figura 15: Carga de viento en pórticos en esquina- Caso 2.

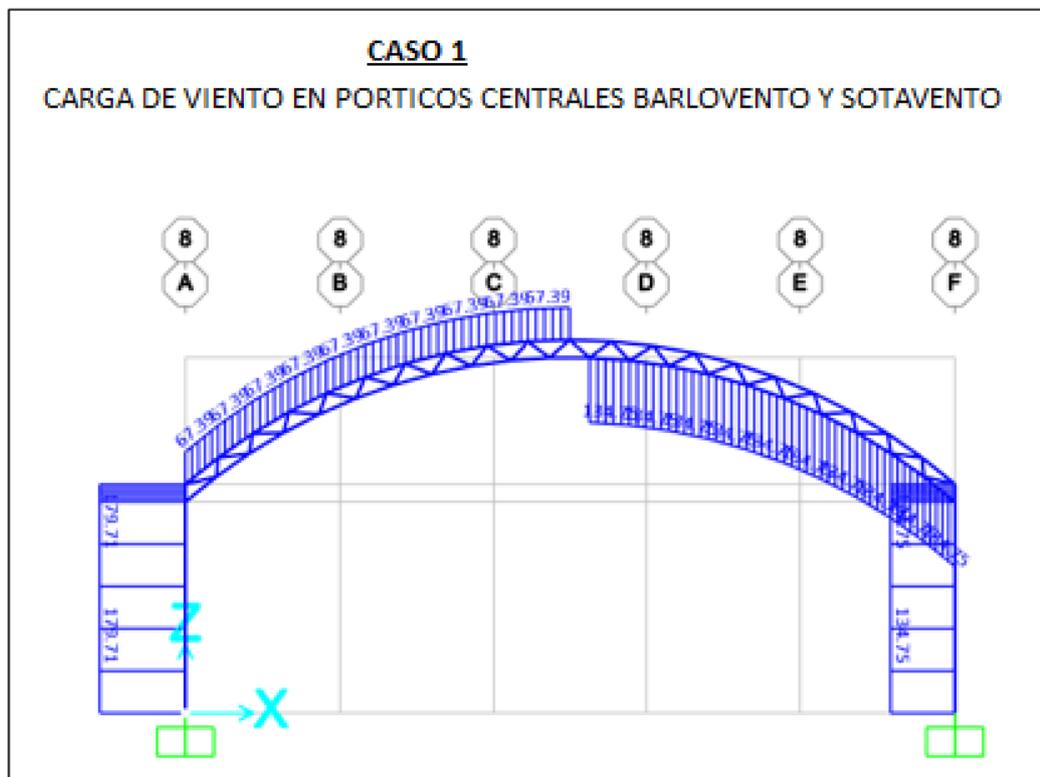


Figura 16: Carga de viento en pórticos centrales - Caso 1

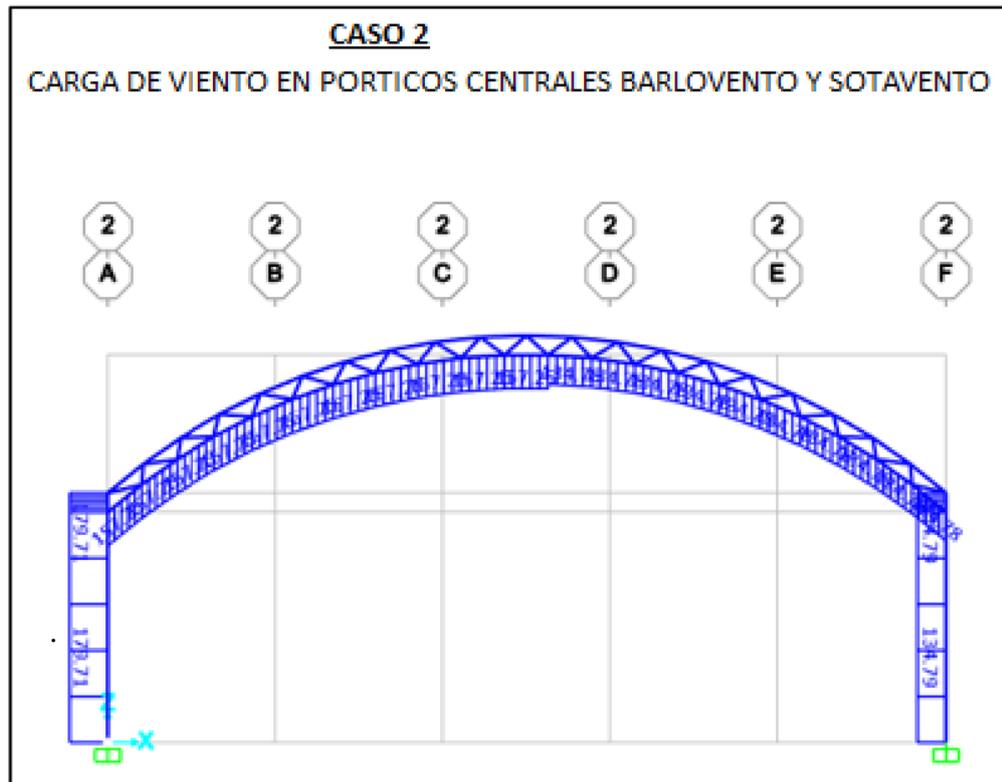


Figura 17: *Carga de viento en pórticos centrales - Caso 2*

Tal como se pudo apreciar, fueron aplicadas las cargas mas desfavorables para el análisis y diseño de la estructura metálica, contemplando la rigurosidad que exige la Norma Técnica E.090 del RNE.

#### 4.2.12. **Diseño por esfuerzos admisibles**

A continuación podemos apreciar el diseño por esfuerzos admisibles para las vigas y columnas metálicas:

## VERIFICACIÓN DE SECCIÓN COMPACTA:

- HSS 8"x8"x5/8" (VIGA PRINCIPAL):

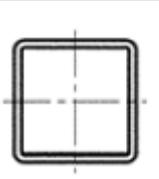
**1.1 Geometria del Portico**

H (m) =	6
L(m) =	5.11
Npisos=	1
Ntramos=	8

**1.2 Propiedades Materiales ASTM (A36)**

Fyb (Mpa) =	250
Fyc (Mpa) =	250
Fyp (Mpa) =	250
E (Mpa) =	200000
Ryb =	1.5
Ryc =	1.5

**1.3 Definicion Parametros: TUBULAR**



Nota:

Para el caso de la viga se utiliza el subindice b.

Para el caso de la columna se utiliza el subindice c.

**1.4 Definicion de Perfiles a Utilizar**

**Datos de la sección Viga**

Perfil =	<b>HSS 8X8X5/8</b>	Ab (plg2) =	16.40
db (Plg) =	8.00	Sxb (plq3) =	36.50
bfb (plg) =	8.00	Zxb (plq3) =	44.70
tfb (plg) =	0.58	lxb (plg4) =	146.00
twb (plg) =	0.58	lyb (plg4) =	146.00
rb (plg) =	2.99	Jb(plq4) =	244.00

**Calculos de propiedades**

rxb (plg) =	2.983695531
ryb (plg) =	2.983695531
hob (plg)=	7.42
Kb (plg)=	3.57
Cwb (plg6) =	682.2218014
hb (plg)=	0.858

Como se puede apreciar, se introdujo todos los parámetros para la viga analizada. Asimismo, se verificará su capacidad por el teorema de esfuerzos admisibles.

2.1 Revisión del Pandeo local de la viga		
<b>a) Para Alas, se tiene:</b>		
$\lambda_{ala} =$	6.885	oK
$\lambda_{ala\ max\ 2010} =$	8.485	
$\lambda_{ala} =$	6.885	oK
$\lambda_{ala\ max\ 2016} =$	7.390	
<b>b) Para Alma, se tiene:</b>		
$\lambda_{alma} =$	1.4767642	oK
$\lambda_{alma\ max\ 2010} =$	69.296	
$\lambda_{alma} =$	1.4767642	oK
$\lambda_{alma\ max\ 2016} =$	59.352	
2.2 Revisión de lalongitud no arriostrada de la viga		
$N_{sl} =$	3	oK
$L_b\ (m) =$	1.278	
$L_{b\ max\ 2010}\ (m) =$	2.053	
$L_b\ (m) =$	1.278	oK
$L_{b\ max\ 2016}\ (m) =$	1.512	

Finalmente, se obtiene que la sección no presente la falla por pandeo local lateral ya que el Ala y el Alma son secciones compactas.

### **RESISTENCIA A FLEXIÓN:**

Se procedió hallar las cargas actuantes en la viga que se menciono anteriormente, donde esta presenta una luz de 5.11m.

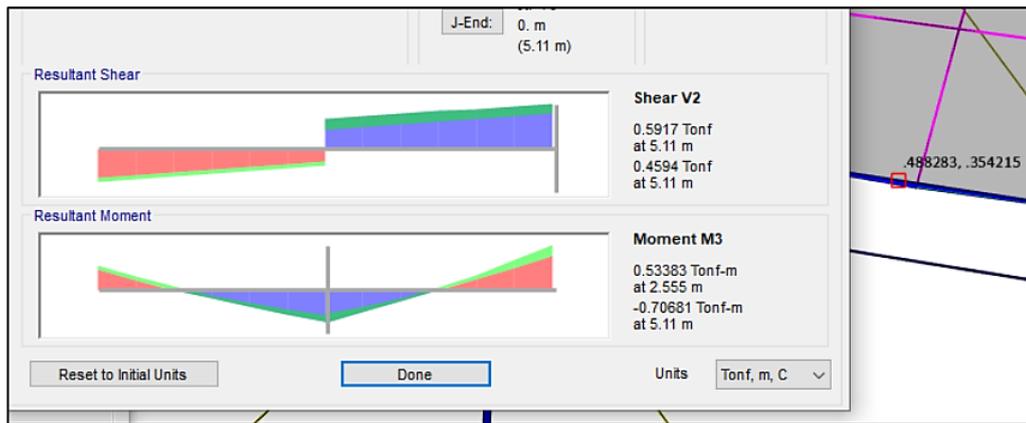


Figura 18: *Momento por servicio de la viga HSS8x8x5/8.*

Por lo, se prosiguió a calcular de forma manual los esfuerzos y obtener la relación demanda/capacidad. Tal como se puede apreciar en la siguiente secuencia de análisis:

### Momento Plástico

#### Caso 1: Resistencia nominal de secciones compactas

$\lambda \leq \lambda_p =$	Sección compacta
$M_p$ (KN-m) =	91.46466868
$M_n = M_p$ (KN-m) =	91.46466868

### Resistencia minorada a Flexión Compacta tubular

$M_n$ (KN-m) =	91.46
$\phi =$	0.9
$\phi M_n$ (KN-m) =	82.32

### Resistencia demanda/capacidad a Flexión Sección tubular

$M_u$ (KN-m) =	7.888
$\phi M_n$ (KN-m) =	82.32
$M_u / \phi M_n =$	0.096
$M_u / \phi M_n \leq 1 =$	Ok

## Resistencia demanda/capacidad a Flexión Sección tubular en SAP2000

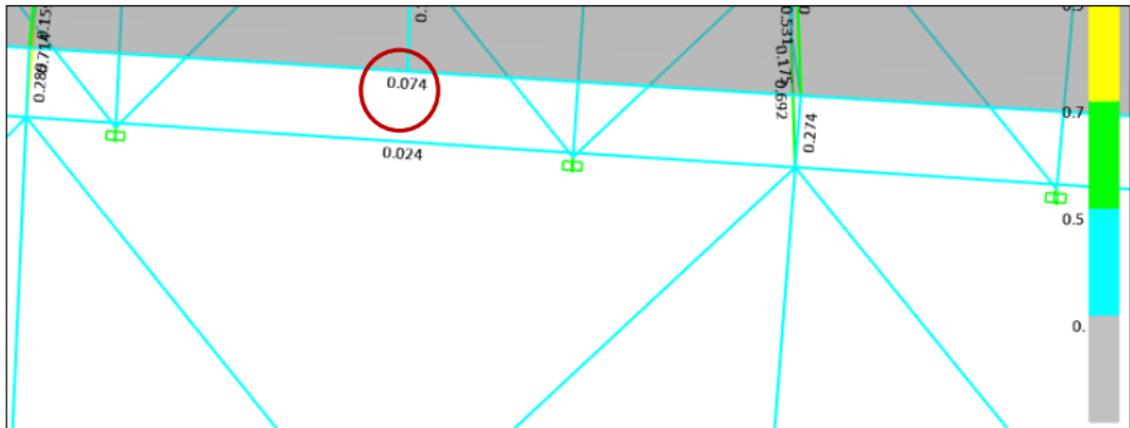


Figura 19: Relación demanda/capacidad en viga a flexión HSS8x8x5/8

Como se puede apreciar en el círculo rojo, que el programa nos arroja un valor cercano, el cual comprobamos que la sección si cumple.

### **RESISTENCIA A CORTE**

Asimismo, se procedió con verificar la sección a esfuerzos por corte. Para ello se requiere de, el espesor para perfiles soldados (ERW), altura efectiva del alma, área y factor de reducción por corte.

## Datos

t (mm) =	14.76375
h(mm)	155.575
Aw (m2) =	0.004940
$\phi_v$ =	0.9

## Determinación del parámetro CV

### Determinación de parametro Cv

h/t =	9.8
Kv =	5

Condicion 1	61.77	Cv =	1
Condicion 2	61.77	76.93	Cv = Error
Condicion 3	76.93	Cv =	Error

$\phi V_n$ (KN)=	845.9714532
Vu (KN)=	4.64

## Relación demanda /capacidad al corte

$\phi V_n$ (KN)=	845.9714532
Vu (KN)=	4.64

Vu/ $\phi V_n$ =	0.005
Vu / $\phi V_n \leq 1$ =	Ok

## Resistencia demanda/capacidad a Corte Sección tubular en SAP2000

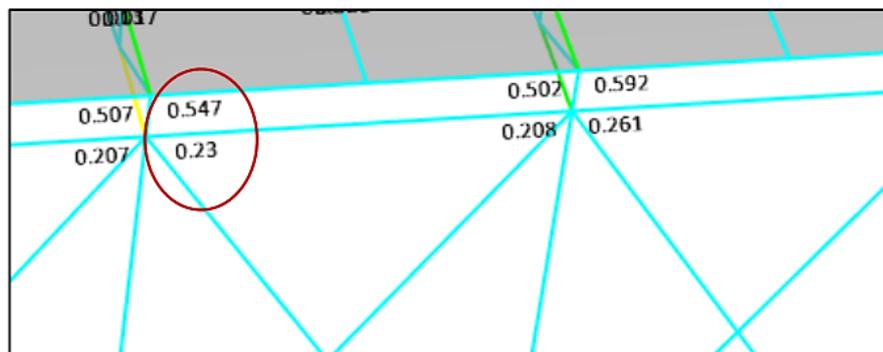


Figura 20: Relación demanda/capacidad en viga a corte HSS8x8x5/8

Como se puede apreciar el programa es muy conservador. Sin embargo, la sección cumple.

- HSS 8"x8"x5/8" (COLUMNA CENTRAL)

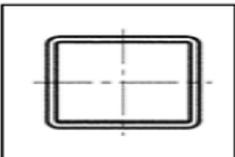
**1.1 Geometria del Portico**

H (m) =	6
L(m) =	5.11
Npisos=	1
Ntramos=	8

**1.2 Propiedades Materiales ASTM (A36)**

Fyb (Mpa) =	250
Fyc (Mpa) =	250
Fyp (Mpa) =	250
E (Mpa) =	200000
Ryb =	1.5
Ryc =	1.5

**1.3 Definicion Parametros: TUBULAR**



Nota:  
Para el caso de la viga se utiliza el subindice b.  
  
Para el caso de la columna se utiliza el subindice c.

**1.4 Definicion de Perfiles a Utilizar**

Datos de la sección Viga

Perfil =	<b>HSS 8X8X5/8</b>	Ab (plg2) =	16.40
db (Plg) =	8.00	Sxb (plg3) =	36.50
bfb (plg) =	8.00	Zxb (plg3) =	44.70
tfb (plg) =	0.58	Ixb (plg4) =	146.00
twb (plg) =	0.58	Iyb (plg4) =	146.00
rb (plg) =	2.99	Jb(plg4) =	244.00

Calculos de propiedades

rxb (plg) =	2.983695531
ryb (plg) =	2.983695531
hob (plg)=	7.42
Kb (plg)=	3.57
Cwb (plg6) =	682.2218014
hb (plg)=	0.858

Como se puede apreciar, se introdujo todos los parámetros para la columna en mención. Asimismo, se verificará su capacidad por el teorema de esfuerzos admisibles.

<b>a ) Para Alas, se tiene:</b>		
$\lambda_{ala} =$	6.885	OK
$\lambda_{ala \max 2010} =$	8.485	
$\lambda_{ala} =$	6.885	OK
$\lambda_{ala \max 2016} =$	7.390	
<b>b ) Para Alma, se tiene:</b>		
$P_{yc} (KN) =$	410	
$\lambda_{alma} =$	1.4767642	
$\phi =$	0.9	
<i>De acuerdo al AISC 341-10</i>		
$P_{uc \max C1} (KN)$	1629.476	
$C_a =$	4.416	
$\lambda_{alma \max 2010} =$	42.14	
Verificación =	OK	
<i>De acuerdo al AISC 341-16</i>		
$P_{uc \max C1} (KN)$	1629.476	
$C_a =$	2.944	
$\lambda_{alma \max 2016} =$	36.26	
Verificación =	OK	

Finalmente, se obtiene que la sección no presente la falla por pandeo local lateral torsional ya que el Ala y el Alma son secciones compactas.

### **RESISTENCIA A FLEXIÓN:**

Se procedió hallar las cargas actuantes en la columna que se mencionó anteriormente, donde esta presenta una  $H= 6.00$  m.

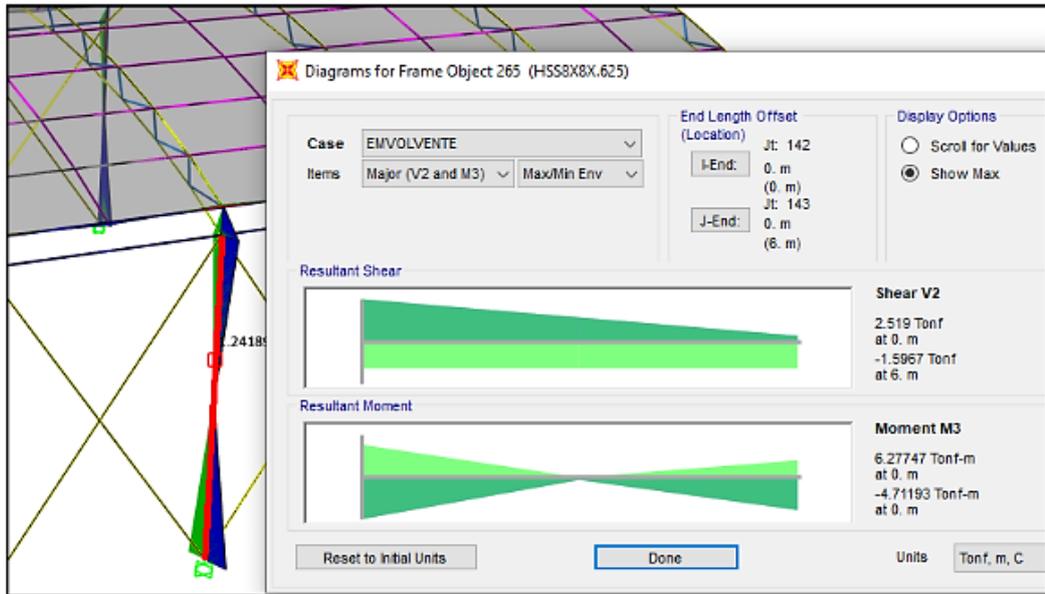


Figura 21: Momento por servicio de columna HSS8x8x5/8

Por lo, se prosiguió a calcular de forma manual los esfuerzos y obtener la relación demanda/capacidad. Tal como se puede apreciar en la siguiente secuencia de análisis.

### Momento Plástico

#### Caso 1: Resistencia nominal de secciones compactas

$\lambda \leq \lambda_p =$	Sección compacta
$M_p$ (KN-m) =	91.4646687
$M_n = M_p$ (KN-m) =	91.4646687

### Resistencia minorada a Flexión Compacta tubular

$M_n$ (KN-m) =	91.46
$\phi =$	0.9
$\phi M_n$ (KN-m) =	82.32

### Resistencia demanda/capacidad a Flexión Sección tubular

$M_u$ (KN-m) =	62
$\phi M_n$ (KN-m) =	82.32
$M_u / \phi M_n =$	0.753
$M_u / \phi M_n \leq 1 =$	Ok

## Resistencia demanda/capacidad a Flexión Sección tubular en SAP2000

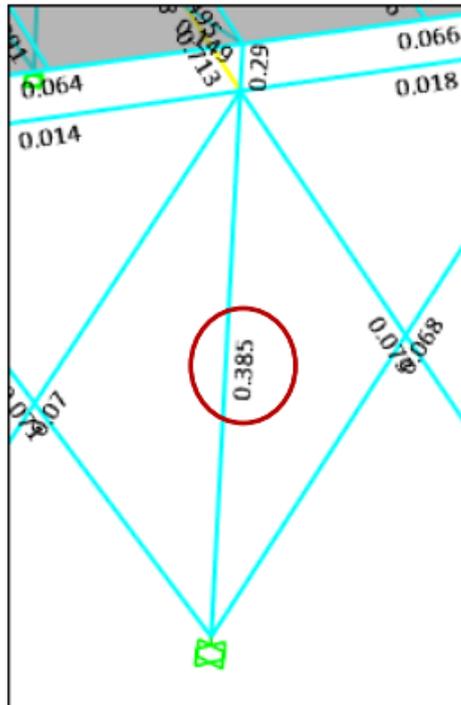


Figura 22: *Relación demanda/capacidad en columna a flexión HSS8x8x5/8*

Como se puede apreciar en el círculo rojo, que el programa nos arroja un valor más bajo debido a que está contemplando un sistema de arriostres y por ende el ratio de capacidad disminuye.

### **RESISTENCIA A CORTE:**

Asimismo, se procedió con verificar la sección a esfuerzos por corte. Para ello se requiere de, el espesor para perfiles soldados (ERW), altura efectiva del alma, área y factor de reducción por corte.

### Datos

t (mm) =	14.76375
h(mm)	155.575
Aw (m2) =	0.004940
$\phi_v$ =	0.9

## Determinación del parámetro CV

### Determinación de parámetro Cv

h/t =	9.8
Kv =	5

Condición 1	61.77	Cv =	1	
Condición 2	61.77	76.93	Cv =	Error
Condición 3	76.93		Cv =	Error

$\phi V_n$ (KN)=	845.971453
$V_u$ (KN)=	55.6

## Relación demanda /capacidad al corte

$V_u / \phi V_n =$	0.066
$V_u / \phi V_n \leq 1 =$	Ok

## Resistencia demanda/capacidad a Corte Sección tubular en SAP2000

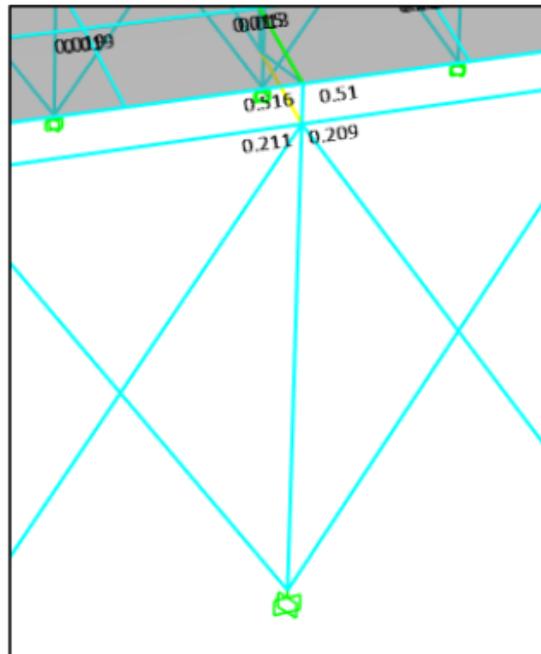


Figura 23: *Relación demanda/capacidad en columna a corte HSS8x8x5/8, es 0.385*

Como se puede apreciar el programa es muy conservador. A pesar de ello, la sección sigue cumpliendo.

#### 4.2.13. Verificación por deflexión

A continuación podemos apreciar la verificación por deflexión, realizada con los elementos diseñados:

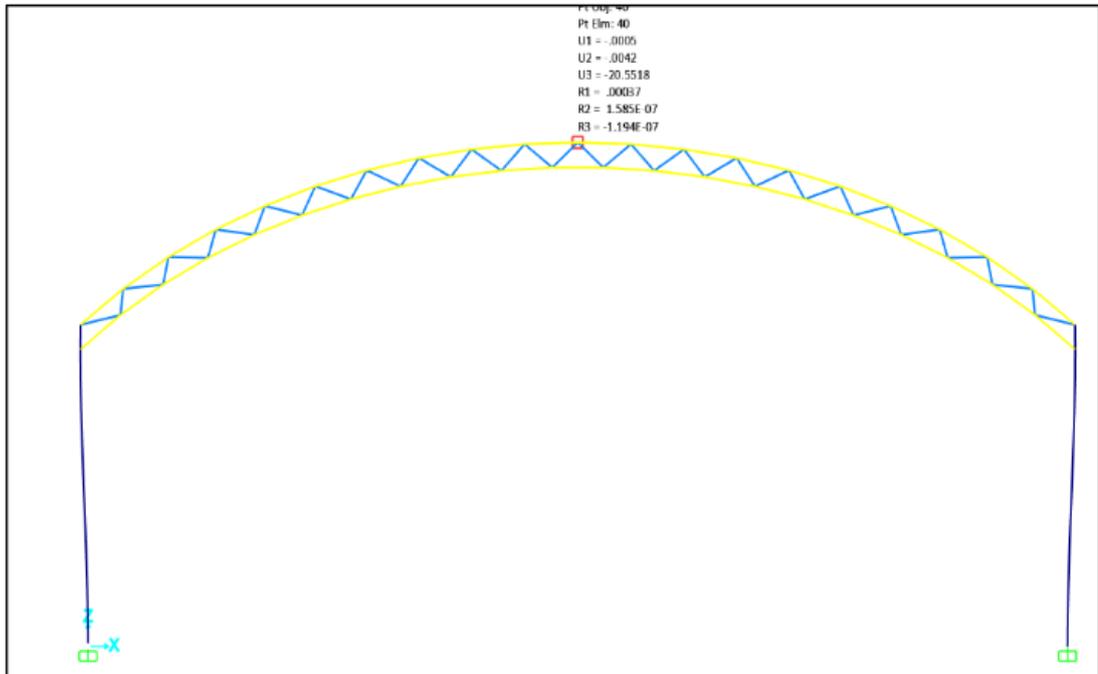


Figura 24: *Deflexión en arco parabólico.*

- Flecha actuante (CV)  $\Delta_{act} = 26.22\text{mm}$
- Flecha admisible  $\Delta_{adm} = 22.30/180 = 125\text{mm}$
- Se verifica:  $\Delta_{adm} > \Delta_{act}$

#### 4.2.14. Ratios de capacidad en el arco

A continuación podemos apreciar los ratios de capacidad que posee el arco metálico diseñado:

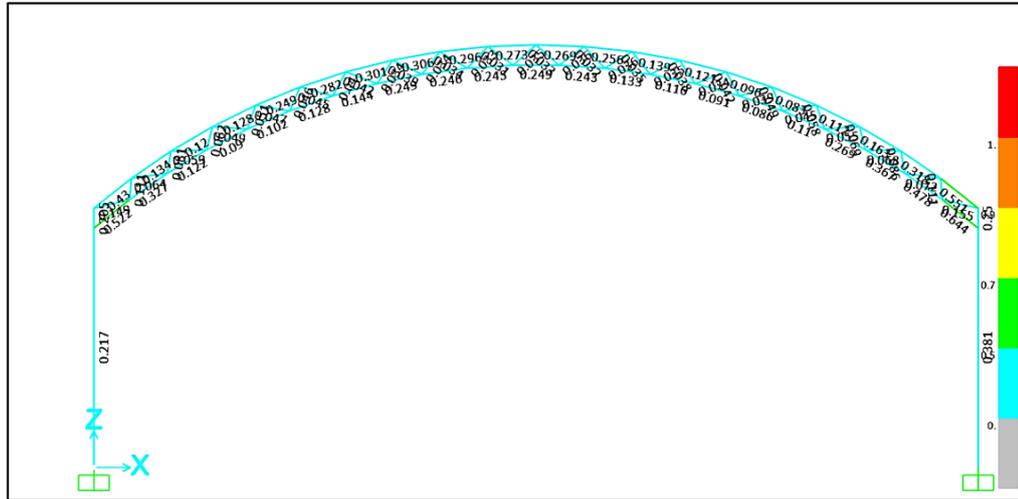


Figura 25: Ratios de capacidad en el arco parabólico.

#### 4.2.15. Verificación de estabilidad del arco

Para la verificación de estabilidad del arco, se ha asumido el siguiente criterio:

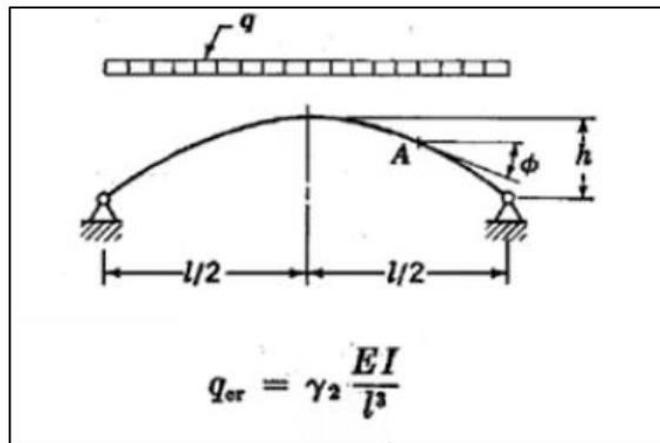


TABLE 7-3. VALUES OF THE FACTOR  $\gamma_2$  FOR UNIFORMLY COMPRESSED CIRCULAR ARCHES OF CONSTANT CROSS SECTION [Eq. (7-24)]

$\frac{h}{l}$	No hinges	One hinge	Two hinges	Three hinges
0.1	58.9	33	28.4	22.2
0.2	90.4	50	39.3	33.5
0.3	93.4	52	40.9	34.9
0.4	80.7	46	32.8	30.2
0.5	64.0	37	24.0	24.0

Figura 26: Valores del factor  $\gamma_2$ .

Modulo del Acero	2030000	kg/cm <sup>2</sup>
Momento de inercia	39876.98	cm <sup>4</sup>

Flecha	410	cm
Longitud del arco	2250	cm
Relacion F/L	0.182222222	adim
tipo de Arco	articulado	adim
Factor	39.3	adim

Carga critica : $q_r =$	27.93	kg/cm
Carga maxima : $W_{max} =$	5.4	kg/cm

como $W_{cr} > W_{max}$	ok
-------------------------	----

Por lo tanto, como podemos apreciar, se ha verificado la estabilidad del arco, siendo conforme.

En ese sentido, se ha determinado que el resultado del análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" satisface lo establecido en la Norma E.090 del RNE, en lo referente a:

- Acero estructural (Art. 1.3.1.)
- Cargas y combinaciones de carga (Art. 1.4)
- Resistencia requerida (Art. 1.5.1)
- Estados límites (Art. 1.5.2)
- Diseño por condiciones de resistencia (Art. 1.5.3)
- Diseño por condiciones de servicio (Art. 1.5.4)

Por lo tanto, se puede indicar que la hipótesis específica 02: "El resultado del análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" satisface lo establecido en la Norma E.090 del RNE, por lo que se acepta esta hipótesis.

### 4.3. Diseño sismorresistente

Para la obtención de la fuerza lateral se ha tenido en consideración la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismo Resistente. Se efectuó el análisis dinámico, modelando al edificio tridimensionalmente, empleando el programa SAP2000.

En ese sentido podemos apreciar los parámetros considerados, en función de la Norma E.030 Diseño Sismo resistente:

#### FACTOR DE ZONA

$$Z = 0.4 \text{ Zona 3 / Lima - Callao}$$

#### FACTOR DE USO

$$U = 1.5 \text{ Edificaciones Escenciales. Tipo "A"}$$

#### FACTOR DE SUELO

$$S = 1 \text{ Perfil Tipo S1}$$

$$T_p = 0.4$$

#### FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA

$$C = 2.5 * \left( \frac{T_p}{T} \right) \quad C \leq 2.50$$

$$T = \frac{h_n}{C T}$$

$$C T = 35$$

$$h_n = 5.5 \text{ M}$$

$$T = 0.157$$

$$C = 2.500$$

#### COEFICIENTE DE REDUCCION DE FUERZA SISMICA

POR SER APLICADAS A CARGAS DE SERVICIO

$$R_{xx} = 7.00$$

$$R_{yy} = 6.00$$

$$V = \frac{Z U S C P}{R}$$

En Resumen:

Z =	0.4
U =	1.5
C =	2.5
S =	1.0
R* =	7.0

En base a lo anteriormente indicado, se ha realizado la determinación de la fuerza sísmica modal, lo cual se muestra a continuación:

**CALCULO DE PESO EN TIJERAL INTERNOS – EXTERNO**

$$W = CM + .25(CV+CVR)$$

TIJERAL INTERNO		TIJERAL EXTERNO	
CM	CV + LR	CM	CV + LR
PD+0.25*PL (T)		PD+0.25*PL (T)	
3.09	11.01	2.64	5.27
5.84		3.96	

**CORTANTE DE SISMO EN CADA PUNTO :**

$$Fza\ SISMICA\ NODAL = V / Nro\ Nudos$$

**Direcc X**

1).-Cargas en Tijeral Externo:

PESO	W =	3.96	T
CORTANTE	v =	0.85	T
FUERZA SISMICA NODAL	F =	0.0072	T

**Direcc Y**

1).-Cargas en Tijeral Externo:

PESO	W =	3.96	T
CORTANTE	v =	0.99	T
FUERZA SISMICA NODAL	F =	0.0084	T

2).-Cargas en Tijeral Interno:

PESO	W =	5.84	T
CORTANTE	v =	1.25	T
FUERZA SISMICA NODAL	F =	0.0106	T

2).-Cargas en Tijeral Interno:

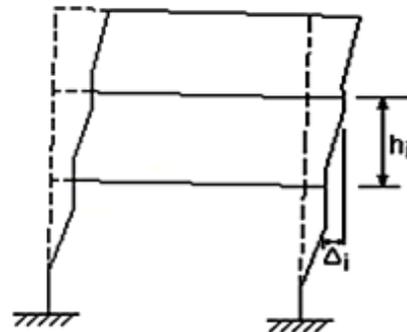
PESO	W =	5.84	T
CORTANTE	v =	1.46	T
FUERZA SISMICA NODAL	F =	0.0124	T

A continuación se aprecia el resultado del análisis del desplazamiento, a fin de verificar el cumplimiento de la Norma E.030:

TABLE: Joint Displacements

Joint	OutputCase	U1max	U2max	U3	H	Desplazam. por sismo Sx			Desplazam. por sismo Sy				
Text	Text	M	m	m	M								
980	SY	0.0003	0.0129	-0.0016	10.75	0.0002	≤	0.01	SI CUMPLE	0.0054	≤	0.01	SI CUMPLE
589	SX	0.0025	0.0001	0.0058	9.51	0.0014	≤	0.01	SI CUMPLE	0.0001	≤	0.01	SI CUMPLE
262	COMB34	-0.0001	0.0170	-0.0017	10.15	0.0001	≤	0.01	SI CUMPLE	0.0075	≤	0.01	SI CUMPLE
980	COMB34	0.0008	0.0194	-0.0065	10.75	0.0004	≤	0.01	SI CUMPLE	0.0081	≤	0.01	SI CUMPLE
245	COMB31	-0.0110	-0.0010	0.0380	9.81	0.0059	≤	0.01	SI CUMPLE	0.0005	≤	0.01	SI CUMPLE

Donde: **SY**: Sismo direc Y, **SX**: Sismo direc X **COMB34**: 0.9D + 1.5Ey **COMB31**: 0.9D - 1.3W8



$$\frac{\Delta_i}{h} \leq \begin{cases} 0.007 & \text{- concreto armado} \\ 0.010 & \text{- acero} \\ 0.005 & \text{- albañilería} \\ 0.010 & \text{- madera} \end{cases}$$

$$\Delta_i = \delta_{\text{elástico}} \times R_d.$$

- $R_d = 3/4 \times R$
- $\delta_{\text{elástico}}$  = Desplazamiento Max Desfavorable en X, Y debido a las CARGAS DE SERVICIO

De la tabla anterior podemos obtener los siguientes datos, el desplazamiento lateral con sismo en la dirección Y-Y e X-X se encuentran dentro del límite estipulado por la Norma E.030 para este tipo de estructuras.

En ese sentido, podemos indicar que los desplazamientos están dentro de lo permitido por la NORMA E-030 – haciendo uso de las cargas como se indica en la NORMA E-020, cumpliéndose en lo referente a:

- Zonificación (Artículo 10)
- Condiciones geotécnicas (Artículo 12)
- Categoría de las edificaciones y factor de uso (U) (Artículo 15)
- Sistemas estructurales (Artículo 16)
- Estructuras de acero (Artículo 16.2)
- Análisis estructural (Capítulo IV)
- Requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad (Capítulo V)

Por lo tanto, el resultado de la evaluación indica que la hipótesis específica 03: “El análisis y diseño sismorresistente de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" se encuentra dentro de lo estipulado en la Norma E.030 del RNE" por lo que se acepta esta hipótesis.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

**HIPÓTESIS GENERAL: El diseño de las estructural del techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate" satisface los requisitos estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones.**

Tal como se ha podido apreciar anteriormente, el diseño del techo parabólico propuesto para la losa deportiva "Cruz de Ate" en el distrito de Ate de la ciudad de Lima, satisface los requisitos estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, en lo referente a las Normas E.050: Suelos y cimentaciones, Norma E.020: Cargas, E.030: Diseño Sismorresistente y E.090: Estructuras metálicas, las cuales se ven reflejadas en las dimensiones geométricas de las estructuras diseñadas como son: zapatas de concreto armado y estructuras metálicas propias del techo parabólico.

Estas estructuras cumplen con las características particulares, propias de la realidad del distrito de Ate-Lima, asegurando su adecuado comportamiento estructural en lo referente al servicio, así como a su comportamiento sismorresistente, al ser considerada una edificación que albergará el desarrollo de actividades propias para los usuarios, debiendo brindar la seguridad correspondiente.

En ese sentido, se coincide con lo que indica Lozano (2019), referente a que “El diseño no solo se basa en la resistencia y rigidez de los materiales y secciones sino también en la facilidad constructiva, es así que la estructura se diseñó con poca variación de secciones a lo largo del arco, lo que lleva a facilitar la construcción y el montaje además de reducir el número de plantillas usadas para la fabricación”, dotándole a la propuesta de techo parabólico para la losa deportiva “Cruz de Ate”, de los materiales adecuados, luego de realizar el diseño y análisis estructural satisfaciendo la necesidad, a fin de que el proceso constructivo, se lleve a cabo sin dificultades.

Asimismo, también se coincide con lo referido por Cabrera y Martínez (2018), cuando indican que: “El diseño de la superestructura se lo realizó en base a lo que dicen las normas AISC 360-10, AISC 341-10 y NEC-2015, los cuales nos ayudaron a seleccionar el perfil más económico, resistente y funcional que hace que la estructura trabaje dentro de los límites admisibles”, ya que, de acuerdo a los resultados del análisis y diseño estructura del techo parabólico, se obtuvieron los perfiles metálicos más económicos, cumpliéndose los requerimientos de resistencia, a fin de que la estructura cumpla su funcionamiento dentro de los límites admisibles establecidos por la Norma E.090 y E.030.

Por lo tanto, podemos indicar que el diseño de la estructura del techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate" satisface los requisitos estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, los cuales son: en lo referente a las Normas E.050: Suelos y cimentaciones, Norma E.020: Cargas, E.030: Diseño Sismorresistente, E.060: Concreto Armado y E.090: Estructuras metálicas, asegurando un adecuado comportamiento de la estructura, lo que contribuirá en beneficio de la población del lugar.

**HIPÓTESIS ESPECÍFICA 01: Los valores de las cimentaciones de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021, cumplen con lo estipulado en la Norma E.050 del RNE.**

De acuerdo a los resultados que muestra el estudio de mecánica de suelos, en relación a las características físicas del terreno, habiéndose encontrado las siguientes características:

En ese sentido, las características de suelos obtenidas, son las siguientes:

- El Angulo de fricción determinado por el ensayo de corte directo es de  $33.2^\circ$ .
- El suelo no presenta cohesión:  $c= 0.00$ , determinado en el ensayo de corte directo.
- La Capacidad portante del estrato auscultado en  $Tn./M2$ , y  $Kg/cm2$ , con factor de seguridad de:  $F.S = 3.00$ , para el caso de la cimentación de muros de contención apoyado en manto gravoso de tipo SM-SW, se ha empleado la ecuación de capacidad de carga de TERZAGHI y modificada por VESSIC.

PARA CIMIENTOS CORRIDOS PERIMETRALES DE MUROS DE CONTENCIÓN:

$$q_{ad.} = 3.05 \text{ kg/cm}^2$$

PARA LOSA DEPORTIVA

$$q_{ad.} = 2.03 \text{ kg/cm}^2, \text{ para } D_f=0.50\text{m}$$

- Asentamiento probable es de:  $\Delta H_1 = 0.91 \text{ cm} < 1'' = 2.54 \text{ cm}$ .
- El nivel de fundación

PARA LOSA DEPORTIVA: - 0.50m

PARA CIMENTACION DE MUROS DE CONTENCIÓN: -1.20m

- Se considera desde el suelo del tipo GP-GM;

- Se recomienda eliminar todo el material contaminado y de relleno, que no es apto para las fundaciones.
- Hasta la profundidad de – 2.00 m, no se encontró la presencia de Nivel Freático.
- Corte de material de 0.50 M. promedio Sub-rasante (CBR) , escarificar, humedecer y Compactar al 95 % de su M.D, obtenida mediante el ensayo de Proctor Modificado.
- Sub-Base E=0.20 m. Material de préstamo compactado al 100 % de su M.D.S.
- Corte para construcción de plataforma de la losa Deportiva E=0.50 m.
- Corte y eliminación de materiales contaminados a mayor profundidad, tal es el caso de la zona de influencia de la parte posterior del terreno que se encuentra material en estado colmatado fino, grueso, mezclado con materiales de rellenos.
- En la conformación de la sub rasante, se eliminara todo material de relleno contaminado, como materiales orgánicos, basura, raíces, retirándose toda partícula mayor de 2” , en un espesor no menor de 0.15 M. luego se procederá a conformar y compactar al 95 % de su Máxima Densidad Seca del ensayo de Proctor Modificado.(ASTM-1557), la sub rasante para efector del plataformado deberá de tener un espesor mínimo de 0.20 M. , para poder conformar, escarificar, humedecer y compactar con Rodillo Vibratorio de 12 Tn.
- Tratamiento de la Sub-rasante, será escarificada, humedecida con material propio en estado granulométrico, compactar al 95 % de su MDS.

La solución planteada, de acuerdo al tipo de suelo y en concordancia con la Norma E.050, son las zapatas aisladas de concreto armado, con un factor de seguridad por corte mayor que 3, la cimentación debe apoyarse sobre un suelo que debe estar compactado al

95% de la máxima densidad seca. La altura de la zapata se obtuvo verificando la sección por punzonamiento y por corte con una altura de 0.90 m.

Como se ha podido apreciar anteriormente, se ha realizado el diseño de las cimentaciones propias del techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate", habiéndose podido establecer que los valores de las cimentaciones de la losa deportiva "Cruz de Ate", estableciéndose que cumplen con lo estipulado en la Norma E.050 del RNE, en lo que corresponde a:

- Ensayos de mecánica de suelos (Artículo 14.5), se han realizado ensayos para determinar el contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de consistencia, clasificación de suelos y corte directo.
- Capacidad de carga (Artículo 20) y presión admisible (Artículo 22).
- Factor de seguridad frente a falla por corte (Artículo 21).

Por lo tanto, se puede establecer que la hipótesis específica 01: "Los valores de las cimentaciones de la losa deportiva "Cruz de Ate", cumplen con lo estipulado en la Norma E.050 del RNE", por lo que se acepta.

**HIPÓTESIS ESPECÍFICA 02: El resultado del análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" satisface lo establecido en la Norma E.090 del RNE.**

De acuerdo a las condiciones y requerimientos que demanda la estructura, tal como indica la Norma E.020: Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones. Para el diseño de estructuras metálicas que se requieren, se han considerado los parámetros indicados en la Norma E.090: Estructuras metálicas, considerando las siguientes estructuras:

- Arco

- Vigas
- Vigueta
- Cobertura metálica
- Columnas

En cumplimiento de la Norma E.020: Cargas, se han considerado las cargas correspondientes y las combinaciones de carga siguientes:

- CM
- CM+CV
- CM+CW
- CM+CV+CW
- ENVOLVENTE

Por lo tanto, como se ha apreciado anteriormente, el resultado del análisis y diseño de las estructuras metálicas materia de investigación, cumplen la Norma E.090: Estructuras metálicas del Reglamento Nacional de Edificaciones, para las condiciones y solicitaciones que demanda particularmente la estructura. Asimismo, para el análisis y diseño estructural del techo parabólico, fueron aplicadas las cargas mas desfavorables para el análisis y diseño de la estructura metálica, contemplando la rigurosidad que exige la Norma Técnica E.090 del RNE.

En ese sentido, se ha determinado que el resultado del análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" satisface lo establecido en la Norma E.090 del RNE, en lo referente a:

- Acero estructural (Art. 1.3.1.)

- Cargas y combinaciones de carga (Art. 1.4)
- Resistencia requerida (Art. 1.5.1)
- Estados límites (Art. 1.5.2)
- Diseño por condiciones de resistencia (Art. 1.5.3)
- Diseño por condiciones de servicio (Art. 1.5.4)

Por lo tanto, se puede indicar que la hipótesis específica 02: “El resultado del análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" satisface lo establecido en la Norma E.090 del RNE, por lo que se acepta esta hipótesis.

**HIPÓTESIS ESPECÍFICA 03: El análisis y diseño sismorresistente de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" se encuentra dentro de lo estipulado en la Norma E.030 del RNE.**

Para el diseño de estructuras metálicas que se requieren, se ha realizado el análisis y evaluación de desplazamientos, de acuerdo a lo estipulado por la Norma E.030, considerándose los siguientes parámetros:

- Factor de Zona : 0.4
- Zona : Zona 3
- Factor de uso :  $U = 1.5$
- Factor de suelo :  $S = 1; T_p = 0.4$
- Factor de amplificación sísmica:  $C = 35; h_n = 5.5$
- Coeficiente de reducción de fuerza sísmica:  $R_{xx} = 7; R_{yy} = 6$

En ese sentido, podemos indicar que los desplazamientos están dentro de lo permitido por la NORMA E-030 – haciendo uso de las cargas como se indica en la NORMA E-020, cumpliéndose en lo referente a:

- Zonificación (Artículo 10)
- Condiciones geotécnicas (Artículo 12)
- Categoría de las edificaciones y factor de uso (U) (Artículo 15)
- Sistemas estructurales (Artículo 16)
- Estructuras de acero (Artículo 16.2)
- Análisis estructural (Capítulo IV)
- Requisitos de rigidez, resistencia y ductilidad (Capítulo V)

Por lo tanto, el resultado de la evaluación indica que la hipótesis específica 03: “El análisis y diseño sismorresistente de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" se encuentra dentro de lo estipulado en la Norma E.030 del RNE" por lo que se acepta esta hipótesis.

## CONCLUSIONES

1. En base a los resultados obtenidos se determina que, el diseño de las estructuras del techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate" satisface los requisitos estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, en lo referente a las Normas E.050: Suelos y cimentaciones, Norma E.020: Cargas, E.030: Diseño Sismorresistente y E.090: Estructuras metálicas, asegurando un adecuado comportamiento de la estructura, lo que facilitará y contribuirá al desarrollo y beneficio de la ciudad.
2. De acuerdo a la investigación realizada, se establece que los valores de las cimentaciones de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021, cumplen con los parámetros de diseño de la Norma E.050: Suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, para las condiciones y solicitaciones que demanda particularmente la estructura, como son el tipo de suelo y las cargas soportadas.
3. Al calcular los resultados propios del análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" satisfacen lo establecido en la Norma E.090: Estructuras metálicas del Reglamento Nacional de Edificaciones, de acuerdo a las condiciones y solicitaciones propias a las que estará sometida la estructura.
4. Al evaluar los resultados propios del análisis y diseño de las estructuras de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021", se indica que cumplen con la Norma E.030: Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, de acuerdo a las condiciones y solicitaciones propias a las que estará sometida la estructura.

## RECOMENDACIONES

1. Se hace la recomendación a los profesionales en ingeniería civil, en realizar el análisis y diseño de las estructuras, cumpliendo lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, ya que esto permitirá contar con una estructura de diseño adecuado, con mucho mayor certeza de cumplirse el periodo de diseño y comportarse de manera adecuada, ante cargas y eventos sísmicos.
2. A los profesionales en ingeniería civil, se recomienda cautelar adecuadamente el proceso constructivo, debiendo ser este de calidad, ya que, si es que se tiene un diseño estructural adecuado pero el proceso constructivo es deficiente, no se podrá lograr el objetivo del proyecto, teniéndose deficiencias durante el periodo de diseño y comportamiento ante cargas y eventos sísmicos.
3. Se recomienda a los en ingeniería civil, realizar investigaciones comparando diversos planteamientos estructurales en base a otros materiales, a fin de poder contarse con diferentes alternativas económicas para proyecto similares.
4. Es pertinente, recomendar a la Universidad Peruana Los Andes, remitir la presente investigación al Colegio de Ingenieros de Junín, a fin de que tomen en consideración los resultados obtenidos, y así mejoren la calidad de proyectos y obras que se realicen en el futuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CABRERA R. y MARTÍNEZ F. Estudios y diseños definitivos de la infraestructura deportiva en la ciudadela La Yolita del Cantón Daule. Tesis (Título de Título de Ingeniero Civil). Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2018. 139 pp. [fecha de consulta: 13 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/130742/D-CD70285.pdf>
- CIEZA E. y LAZARTE B. Análisis del diseño sísmico estructural del techo metálico de la losa multideportiva de Aija, Ancash - 2018. Tesis (Título de Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2018. 125 pp. [fecha de consulta: 13 de octubre de 2021]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26675/Cieza\\_MEO-Lazarte\\_TB.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26675/Cieza_MEO-Lazarte_TB.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- GODIÑO, F., LÓPEZ, J y RUPAY, M. *Estructuración y diseño sísmico de edificaciones*. 1.<sup>a</sup> ed. Perú: M Sc (c) MJRV, 2018. 681 pp. ISBN: 978-612-00-3287-9
- GUEVARA M. y RENGIFO J. Diseño estructural de vivienda tipo prioritario y cubierta para la cancha de microfútbol planteado en el proyecto MAIIP eje Osti para el barrio Los Guadales ciudad de Girardot. Tesis (Título de Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Piloto de Colombia, 2020. 113 pp. [fecha de consulta: 14 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/8042/DISE%20C3%2091O%20ESTRUCTURAL%20DE%20VIVIENDA%20TIPO%20PRIORITARIO%20%20Y%20CUBIERTA%20PARA%20LA%20CANCHA%20DE%20MICROMICROM.pdf?sequence=1&isAllowed=n>
- HARMSSEN, T. *Diseño de estructuras de concreto armado*. 4.<sup>a</sup> ed. Perú: Fondo editorial

PUCP, 2005. 681 pp. ISBN: 9972-42-730-7.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*.

4.<sup>a</sup> ed. México: Mc Graw Hill Interamericana, 2006. 849 pp. ISBN: 978-970-10-5753-7.

JÁCOME J. Renovación de infraestructuras existentes y diseño estructural para la cubierta de los graderíos del coliseo abierto de la Parroquia Santa Rosa del Cantón Ambato provincia de Tungurahua. Tesis (Título de Título de Ingeniero Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2016. 214 pp. [fecha de consulta: 14 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24612>

LOZANO C. Diseño estructural de acero del techo parabólico para el coliseo polideportivo Acudesi - Trujillo. Tesis (Título de Título de Ingeniero Mecánico). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019. 185 pp. [fecha de consulta: 13 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/11894/Lozano%20Oлива%20c%20C%20c3%a9sar%20Aurelio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Reglamento Nacional de Edificaciones: 2006. Lima: MVCS, 2006. 482 pp.

OSEDA, D. *et al. Fundamentos de la investigación científica*. Huancayo: Soluciones Gráficas SAC, 2018. 288 pp. ISBN: 978-612-47601-3-6.

TORRES O. Análisis y diseño estructural del complejo deportivo del distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque utilizando estructuras especiales. Tesis (Título de Título de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2018. 828 pp. [fecha de consulta: 13 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2336>

## REVISTAS

GONZÁLES, E. De la construcción entramada a la introducción de estructuras metálicas en Madrid. *Revista informes de la construcción* [en línea]. Junio, 2014, 66(534), 1-11 [fecha de consulta: 09 de enero de 2021]. ISSN: 0020-0883. Disponible en: <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/3291/3708>

## PERIÓDICOS

LUGO, F. Un centro comercial recién inaugurado se derrumba en México [en línea]. *La Vanguardia*, México, 13 de julio de 2018. (En sección: Internacional) [fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: [https://www.lavanguardia.com/internacional/20180713/45867230373/centro-comercial-plaza-artz-mexico.html?facet=amp#referrer=https://www.google.com&amp\\_tf=De%20%251%24s](https://www.lavanguardia.com/internacional/20180713/45867230373/centro-comercial-plaza-artz-mexico.html?facet=amp#referrer=https://www.google.com&amp_tf=De%20%251%24s)

El momento exacto en el que techo se desploma en plena celebración en Huancayo [en línea]. *La República*, Lima, 13 de octubre de 2019. (En sección: Sociedad) [fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2019/10/14/huancayo-el-momento-exacto-en-el-que-techo-se-desploma-en-plena-celebracion-en-huancan-video-junin/larepublica.pe/datos-lr/actualidad/2021/07/27/restricciones-por-fiestas-patrias-2021-que-esta-permitido-hacer-y-que-no-este-28-y-29-de-julio-bicentenario-del-peru-atmp/>

Por qué los sismos de magnitud 7 no tuvieron efectos devastadores en Puno y Loreto [en línea]. *Andina* Lima, 01 de marzo de 2019. (En sección: Noticias) [fecha de consulta:

11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-por-los-sismos-magnitud-7-no-tuvieron-efectos-devastadores-puno-y-loreto-744005.aspx>

## **PÁGINAS WEB**

ACEROS Arequipa. Albañilería confinada. 2015 [fecha de consulta: 11 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://www.acerosarequipa.com/manual-para-maestro-de-obra/albanileria-confinada/componentes-de-la-albanileria-confinada/concreto.html>

CONSTRUYENDO seguro. ¿Qué son los muros portantes y cuál es su importancia?. 2015

[fecha de consulta: 11 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.construyendoseguro.com/que-son-los-muros-portantes-y-cual-es-su-importancia/>

INGECIVIL. Proceso Constructivo de Estructuras Metálicas. 2019 [fecha de consulta: 11

de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.ingecivil.net/2019/05/23/proceso-constructivo-de-estructuras-metalicas/>

## **ANEXOS**

## **Anexo 01: Matriz de consistencia**

Título del Proyecto:

**“ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE TECHO PARABÓLICO DE LA LOSA DEPORTIVA CRUZ DE ATE - LIMA 2021”**

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES Y DIMENSIONES</b>		<b>METODOLOGÍA</b>
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL:			<p><b><u>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN:</u></b>            * GENERAL: Científico.            * ESPECIFICO: Descriptivo.</p> <p><b><u>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</u></b>            * Aplicado.</p> <p><b><u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</u></b>            * Descriptivo.</p> <p><b><u>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</u></b>            * No experimental.</p> <p><b><u>POBLACIÓN Y MUESTRA:</u></b>            * POBLACIÓN: Losa Deportiva Cruz de Ate - Lima.            * MUESTRA: Muestreo no probabilístico intencional, considerándose la especialidad de estructuras de la Losa Deportiva Cruz de Ate - Lima.</p> <p><b><u>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</u></b></p>
¿Cuál es el resultado de analizar y diseñar estructuralmente el techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021"?	Determinar el resultado de analizar y diseñar estructuralmente el techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021".	El diseño de las estructural del techo parabólico de la losa deportiva "Cruz de Ate" satisface los requisitos estipulados en el Reglamento Nacional de Edificaciones.	VARIABLE INDEPENDIENTE:	<b>TECHO PARABÓLICO</b>	
PROBLEMA ESPECÍFICOS:	OBJETIVO ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECIFICAS:			
¿Cuáles son los valores que se obtienen al realizar el análisis y diseño de las cimentaciones para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021"?	Establecer los valores que se obtienen al realizar el análisis y diseño de las cimentaciones de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021".	Los valores de las cimentaciones de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021, cumplen con lo estipulado en la Norma E.050 del RNE.	DIMENSIONES:	Cimentaciones Estructuras metálicas Diseño Sismorresistente	

<p>¿Qué resultado se obtiene al realizar el análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021"?</p>	<p>Calcular el resultado del análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021".</p>	<p>El resultado del análisis y diseño de las estructuras metálicas para la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" satisface lo establecido en la Norma E.090 del RNE.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p>	<p><b>LOSA DEPORTIVA</b></p>	<p>TÉCNICAS: * Observación.</p> <p>INSTRUMENTOS: * Ficha de observación</p>
<p>¿Cuál es el resultado que se obtiene al realizar el análisis y diseño sismorresistente de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021"?</p>	<p>Evaluar el resultado que se obtiene al realizar el análisis y diseño sismorresistente de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021".</p>	<p>El análisis y diseño sismorresistente de la losa deportiva "Cruz de Ate - Lima 2021" se encuentra dentro de lo estipulado en la Norma E.030 del RNE.</p>	<p>DIMENSIONES:</p>	<p>Ubicación</p>	
				<p>Material</p>	
				<p>Dimensiones geométricas</p>	
				<p>Señalización</p>	
				<p>Equipamiento complementario</p>	

## **Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables**

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES (FACTORES)	INDICADORES
TECHO PARABÓLICO	"Estructura con diseño de arcos con poca altura y de radio amplio, resistente a vientos fuertes, reforzada con tijerales de ser necesario. La membrana tensada superpuesta refuerza el acoplamiento de los componentes de acero".	Cimentaciones	- Norma E.050.
		Estructuras metálicas	- Norma E.090.
		Diseño Sismorresistente	- Norma E.030.
LOSA DEPORTIVA	"Una losa deportiva es un elemento estructural horizontal utilizado para hacer que una superficie sea plana, acondicionado para la práctica de actividades deportivas".	Ubicación	- Asoleamiento
		Material	- Concreto
		Dimensiones geométricas	- Largo
			- Ancho
			- Espesor
		Señalización	- Demarcación
		Equipamiento complementario	- Arcos
- Tableros			

### **Anexo 03: Ensayos de mecánica de suelos**

## ANEXO I

### **RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

*ANEXO II*

**REGISTROS DE EXCAVACIONES**

PERFIL ESTADIGRAFICO - REGISTRO DE EXCAVACION												
<b>Proyecto :</b> CREACION DE LOSA MULTIDEPORTIVA EN EL PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL DEL PUEBLO, ZONA 05, SUBZONA 02, DISTRITO DE ATE, LIMA												
<b>Consultor :</b> ARQ. RUBEN MARIO QUINTANA			<b>PERFORACION C-1</b>									
<b>Entidad :</b> MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ATE												
<b>Ubicación :</b> PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL LAS TERRAZAS DEL PUEBLO, ZONA 05, SUBZONA 02, DISTRITO DE ATE, LIMA - LIMA												
<b>Profesion :</b> SAUL GREGORIO TITO CCOICCIA.			<b>Reg. CIP:</b> 16164									
<b>Fecha :</b> JUNIO 2014												
<b>Progresiv :</b> -- <b>Largo (m) :</b> 1.20 mt <b>Nivel Freatico :</b> NP												
<b>Ancho (m) :</b> 0.80 mt <b>Profundidad (m) :</b> 1.50 mt <b>Fecha :</b> Junio 2014												
PROF. (mt)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	Nivel de Agua (m)	CLASIF. (S.U.C.S.)	SIMBOLO								
-0.20	0.00 - 0.20: MATERIAL DE PIEDRAS FRACTURADAS	N O P R E S E N T A	R									
-1.10	0.20 - 1.10: MATERIAL CONTAMINADO, PIEDRAS ANGULARES DE 2", 2 1/2", 3" A MAS PULGADAS		R									
-1.50	1.10 - 1.50: MATERIAL ROCOSO		GMGP									
		<b>Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282</b> <table border="1"> <tr> <td><b>Materia:</b></td> <td><b>Clasificaci</b></td> </tr> <tr> <td>- Grava % 54,00</td> <td>- AASHTO A-1-a(0)</td> </tr> <tr> <td>- Arena % 35,50</td> <td>- SUCS GP - GM</td> </tr> <tr> <td>- Fines % 10,50</td> <td></td> </tr> </table>			<b>Materia:</b>	<b>Clasificaci</b>	- Grava % 54,00	- AASHTO A-1-a(0)	- Arena % 35,50	- SUCS GP - GM	- Fines % 10,50	
<b>Materia:</b>	<b>Clasificaci</b>											
- Grava % 54,00	- AASHTO A-1-a(0)											
- Arena % 35,50	- SUCS GP - GM											
- Fines % 10,50												
		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216</b> <table border="1"> <tr> <td>Humedad natural (%)</td> <td>3,30</td> </tr> </table>			Humedad natural (%)	3,30						
Humedad natural (%)	3,30											
		<b>A. GRANUL. POR TAMIZADO MALLA</b> <table border="1"> <tr> <td>NTP 339,128 / ASTM - D 422</td> <td>Nº 004</td> <td>Nº 200</td> </tr> <tr> <td>% QUE PASA</td> <td>46</td> <td>10,50</td> </tr> </table>			NTP 339,128 / ASTM - D 422	Nº 004	Nº 200	% QUE PASA	46	10,50		
NTP 339,128 / ASTM - D 422	Nº 004	Nº 200										
% QUE PASA	46	10,50										
		<b>IMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 43</b> <table border="1"> <tr> <td>% Limite liquido</td> <td>limite plastico</td> <td>Indice plastico</td> </tr> <tr> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> </table>			% Limite liquido	limite plastico	Indice plastico	NP	NP	NP		
% Limite liquido	limite plastico	Indice plastico										
NP	NP	NP										
<b>Obs:</b>		<b>ANEXO N° II</b>										

PERFIL ESTADIGRAFICO - REGISTRO DE EXCAVACION												
<b>Proyecto</b> : CREACION DE LOSA MULTIDEPORTIVA EN EL PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL DEL PUEBLO, ZONA 05, SUBZONA 02, DISTRITO DE ATE, LIMA		<b>PERFORACION C - 2</b>										
<b>Consultor</b> : ARQ. RUBEN MARIO QUINTANA												
<b>Entidad</b> : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ATE												
<b>Ubicación</b> : PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL LAS TERRAZAS DEL PUEBLO, ZONA 05, SUBZONA 02, DISTRITO DE ATE, LIMA - LIMA												
<b>Profesional</b> : SAUL GREGORIO TITO COICCIA. Reg. CP: 1684												
<b>Fecha</b> : JUNIO 2014												
<b>Progresiva</b> : --		<b>Largo (m)</b> : 1.20 mt	<b>Nivel Freatico</b> : NP									
<b>Ancho (m)</b> : 0.80 mt		<b>Profundidad (m)</b> : 1.50 mt	<b>Fecha</b> : Junio 2014									
PROF. (mt)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	Nivel de Agua (m)	CLASIF. (S.U.C.S.)	SIMBOLO								
-0.30	0.00 - 0.30: MATERIAL DE AFIRMADO	N O P R E S E N T A	R									
	0.30 - 0.70: RELLENDE MATERIAL DE PIEDRAS FRACTURADAS CON MATERIAL CONTAMINADO (PLASTICO, RAICES, CONCRETO, ETC.)		R									
-1.50	0.70 - 1.50: BOLDNERIA DESDE 4" A MAS PULGADAS, CON ROCAS FRACTURADAS		GM/GP									
-3.00												
		<b>Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282</b> <table border="1"> <tr> <td><b>Materia:</b></td> <td><b>Clasificador</b></td> </tr> <tr> <td>-Grava % 54,00</td> <td>-AASFTO A-1-a(0)</td> </tr> <tr> <td>-Arena % 35,50</td> <td>-SUCS GP - GM</td> </tr> <tr> <td>-Placa % 10,50</td> <td></td> </tr> </table>			<b>Materia:</b>	<b>Clasificador</b>	-Grava % 54,00	-AASFTO A-1-a(0)	-Arena % 35,50	-SUCS GP - GM	-Placa % 10,50	
<b>Materia:</b>	<b>Clasificador</b>											
-Grava % 54,00	-AASFTO A-1-a(0)											
-Arena % 35,50	-SUCS GP - GM											
-Placa % 10,50												
		<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216</b> <table border="1"> <tr> <td>Humedad natural (%)</td> <td>3,30</td> </tr> </table>			Humedad natural (%)	3,30						
Humedad natural (%)	3,30											
		<b>A. GRANUL. POR TAMIZADO MALLA</b> <table border="1"> <tr> <td>NTP 339,128 / ASTM - D 422</td> <td>Nº 004</td> <td>Nº 200</td> </tr> <tr> <td>% QUE PASA</td> <td>46</td> <td>10,50</td> </tr> </table>			NTP 339,128 / ASTM - D 422	Nº 004	Nº 200	% QUE PASA	46	10,50		
NTP 339,128 / ASTM - D 422	Nº 004	Nº 200										
% QUE PASA	46	10,50										
		<b>MITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 431</b> <table border="1"> <tr> <td>% Límite líquido</td> <td>límite plástico</td> <td>índice plástico</td> </tr> <tr> <td>NP</td> <td>NP</td> <td>NP</td> </tr> </table>			% Límite líquido	límite plástico	índice plástico	NP	NP	NP		
% Límite líquido	límite plástico	índice plástico										
NP	NP	NP										
<b>Obs:</b>		<b>ANEXO Nº II</b>										

PERFIL ESTATEGRAFICO - REGISTRO DE EXCAVACION																																																								
<b>Proyecto</b> : CREACION DE LOSA MULTIDEPORTIVA EN EL PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL DEL PUEBLO, ZONA 05, SUBZONA 02, DISTRITO DE ATE, LIMA		<b>REFORCIO C-3</b>																																																						
<b>Consultor</b> : ARO. RUBEN MARIO QUINTANA																																																								
<b>Entidad</b> : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ATE																																																								
<b>Ubicación</b> : PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL LAS TERRAZAS DEL PUEBLO, ZONA 05, SUBZONA 02, DISTRITO DE ATE, LIMA - LIMA																																																								
<b>Profesional</b> : SAUL GREGORIO TITO COCCICIA. Reg. CP: 16841																																																								
<b>Fecha</b> : JUNIO 2014																																																								
<b>Progresiva</b> : ..		<b>Largo (m)</b> : 1.20 mt	<b>Nivel Freatico</b> : NP																																																					
<b>Ancho (m)</b> : 0.80 mt		<b>Profundidad (m)</b> : 1.50 mt	<b>Fecha</b> : Junio 2014																																																					
PROF. (mt)	DESCRIPCION DEL MATERIAL	Nivel de Agua (m)	CLASIF. (S.U.C.S.)	SIMBOLO																																																				
-0.40	0.00 - 0.40: MATERIAL CONTAMINADO (PLASTICOS, BOTELLAS, CARRISOS, RAICES, ETC) CON AFIRMADO		R																																																					
-2.00	0.40 - 2.00: SUELO NATURAL CON ROCAS DE 2", 4" Y 6" COLOR MARRON CLARO	NO PRESENTA	GM/GP																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Materia:</b></td> <td colspan="3"><b>Clasificación</b></td> </tr> <tr> <td>-Grava % 65,70</td> <td>-AASHTO</td> <td colspan="2">A-1-a(0)</td> </tr> <tr> <td>-Arena % 25,50</td> <td>-SUCS</td> <td colspan="2">GP - GM</td> </tr> <tr> <td>-Finos % 8,80</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <th colspan="4">CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216</th> </tr> <tr> <td>Humedad natural (%)</td> <td colspan="3">2,80</td> </tr> <tr> <td><b>A. GRANUL. POR TAMIZADO</b></td> <td colspan="3"><b>MALLA</b></td> </tr> <tr> <td>NTP 339,128 / ASTM - D 422</td> <td>Nº 604</td> <td colspan="2">Nº 200</td> </tr> <tr> <td>% QUE PASA</td> <td>34,3</td> <td colspan="2">8,80</td> </tr> <tr> <th colspan="4">LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 431</th> </tr> <tr> <td>% Límite líquido</td> <td>límite plástico</td> <td colspan="2">Índice plástico</td> </tr> <tr> <td>NP</td> <td>NP</td> <td colspan="2">NP</td> </tr> </tbody> </table>					Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282				<b>Materia:</b>	<b>Clasificación</b>			-Grava % 65,70	-AASHTO	A-1-a(0)		-Arena % 25,50	-SUCS	GP - GM		-Finos % 8,80				CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216				Humedad natural (%)	2,80			<b>A. GRANUL. POR TAMIZADO</b>	<b>MALLA</b>			NTP 339,128 / ASTM - D 422	Nº 604	Nº 200		% QUE PASA	34,3	8,80		LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 431				% Límite líquido	límite plástico	Índice plástico		NP	NP	NP	
Resultados: ASTM - D 2487 / D 3282																																																								
<b>Materia:</b>	<b>Clasificación</b>																																																							
-Grava % 65,70	-AASHTO	A-1-a(0)																																																						
-Arena % 25,50	-SUCS	GP - GM																																																						
-Finos % 8,80																																																								
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216																																																								
Humedad natural (%)	2,80																																																							
<b>A. GRANUL. POR TAMIZADO</b>	<b>MALLA</b>																																																							
NTP 339,128 / ASTM - D 422	Nº 604	Nº 200																																																						
% QUE PASA	34,3	8,80																																																						
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D 427 / D 431																																																								
% Límite líquido	límite plástico	Índice plástico																																																						
NP	NP	NP																																																						
<b>Obs:</b>		<b>ANEXO Nº</b>	<b>II</b>																																																					

*ANEXO III*

**PANEL FOTOGRAFICO**



- **Fotografía 1:** Ubicación del terreno del Proyecto: " CREACION DE LOSA MULTIDEPORTIVA EN EL PROGRAMA MUNICIPAL URBANO AMBIENTAL LAS TERRAZAS DEL PUEBLO, ZONA 05, SUBZONA 02, DISTRITO DE ATE, LIMA - LIMA", Ubicado en la Asociación de Vivienda las Terrazas del Pueblo de Santa Clara Zona 05, Sub zona 02 Distrito de Ate Provincia y Departamento de Lima.  
Vista de la ubicación de Excavación de pozo exploratorio C-1; C-2 y C-3



- **Fotografía 2:** Vista de la ubicación de Excavación de pozo exploratorio C-1; dentro del terreno con una profundidad de 1.50 mt.



- **Fotografía 3:** Vista de C-1; se observa una capa de Relleno de material contaminado, piedras angulares de 2", 2 1/2", 3" a mas pulgadas. A partir de 0.20 mt., hasta 1.10 mt; de profundidad. No presenta NF



- **Fotografía 4:** Vista de la ubicación de Excavación de pozo exploratorio C-2; dentro del terreno con una profundidad de 1.50 mt.



- **Fotografía 5:** Vista de C-1; se observa una capa de Relleno de material de bolonería desde 4" a más pulgadas, con rocas fracturadas. Clasificación SUCS tipo GP-GM. Clasificación SUCS tipo GP. A partir de 0.70 mt., hasta 1.50 mt; de profundidad. No presenta NF



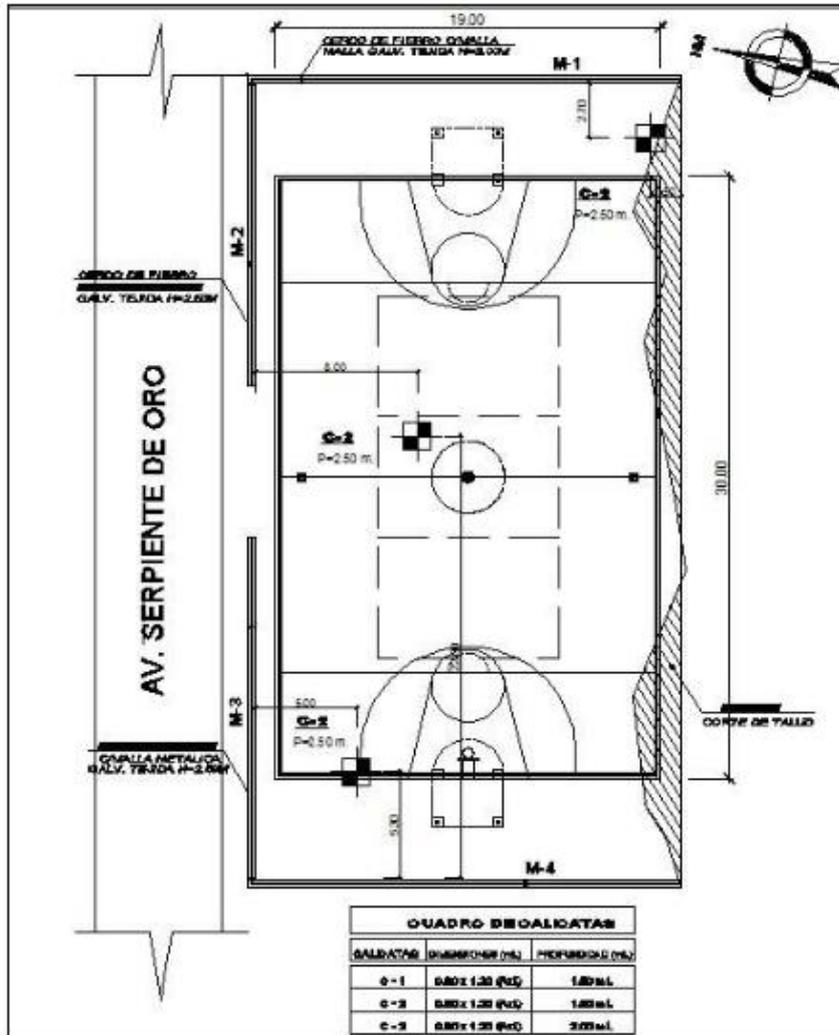
- **Fotografía 6:** Vista de la ubicación de Excavación de pozo exploratorio C-3; dentro del terreno con una profundidad de 2.00 mt.



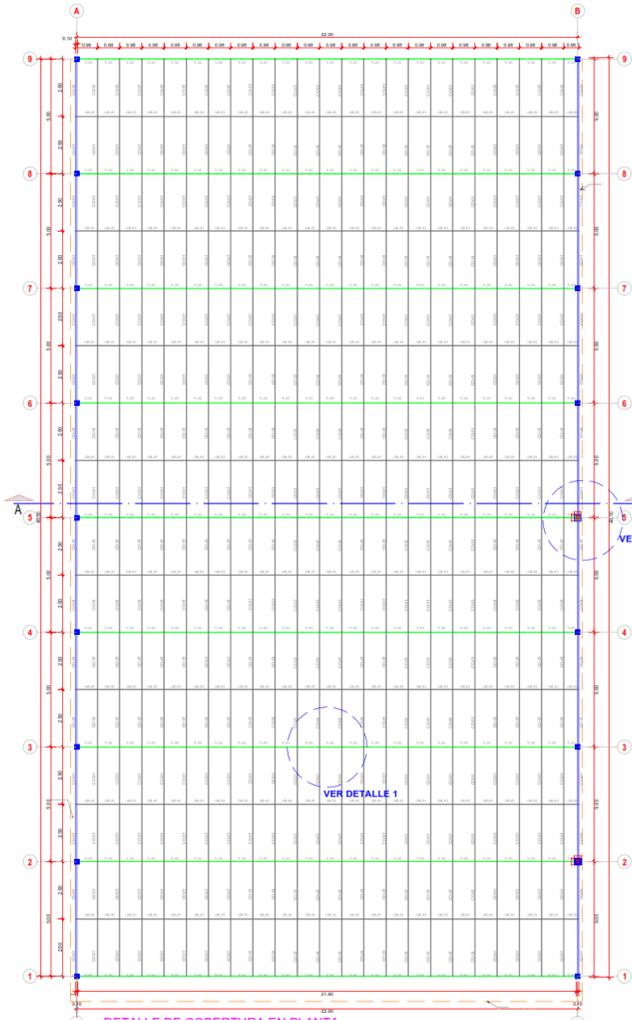
- **Fotografía 7:** Vista de C-1; se observa una capa de material de relleno de suelo natural con rocas de 2", 4" y 6" color marrón claro. Clasificación SUCS tipo GP-GM. A partir de 0.40 mt., hasta 2.00 mt; de profundidad. No presenta NF

*ANEXO IV*

**CROQUIS DE UBICACIÓN DE CALICATAS**



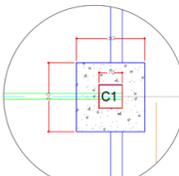
## **Anexo 04: Planos**



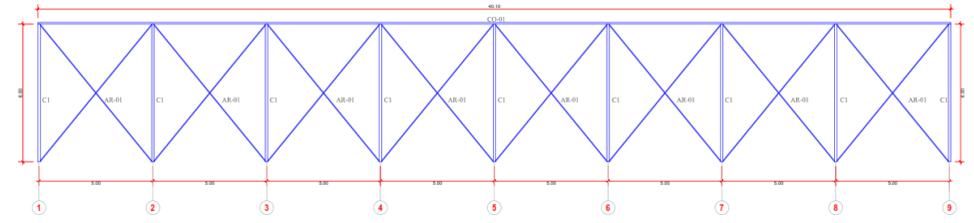
DETALLE DE COBERTURA EN PLANTA  
ESC 1:100



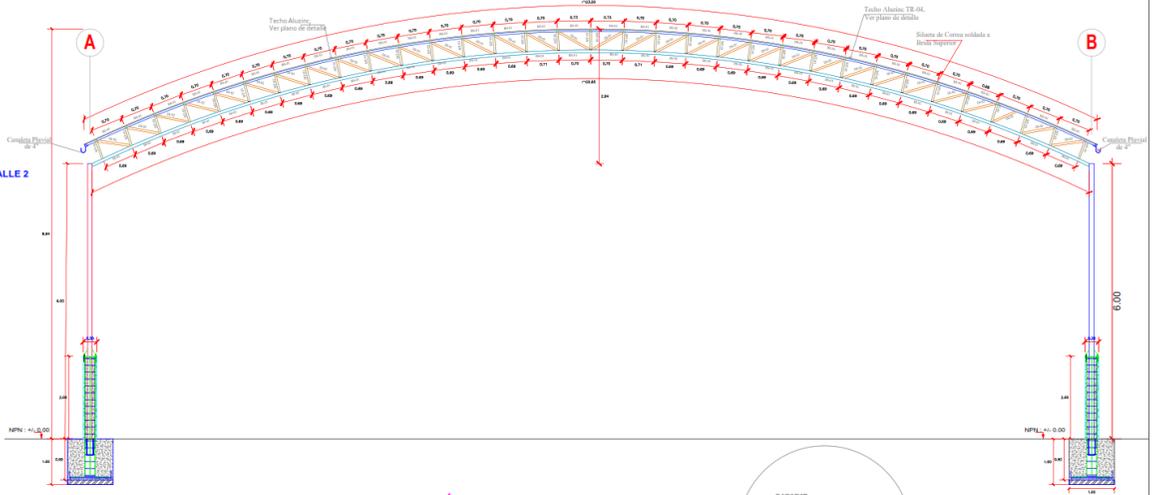
DETALLE 1  
ESC 1:50



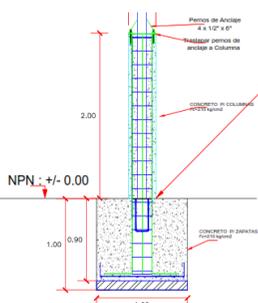
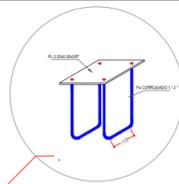
DETALLE 2  
ESC 1:10



DETALLE COLUMNA - VIGA EN EJE "A" EJE "B"  
ESC 1:100



CORTE A-A - SECCIÓN TRANSVERSAL  
ESC 1:50



DETALLE DE ZAPATA  
ESC 1:25

LEYENDA					
NUMERO	DESCRIPCION	TIPO	SECCION (mm)	FORMA	UNION
BS-01	BANDA SUPERIOR	ASTRACAS DE HIERRO	F 1" x 3/8"	CUADRADO	SOLDADA
BS-02	BANDA INFERIOR	ASTRACAS DE HIERRO	F 1" x 3/8"	RECTANGULAR	SOLDADA
BS-03	BARRENDON	ASTRACAS DE HIERRO	F 1" x 3/8"	CUADRADO	SOLDADA
BS-04	BARRENDON	ASTRACAS DE HIERRO	F 1" x 3/8"	CUADRADO	SOLDADA
MS-01	MEDIANTE	ASTRACAS DE HIERRO	F 1" x 3/8"	CUADRADO	SOLDADA
CO-01	CORREA	ASTRACAS DE HIERRO	F 1" x 3/8"	RECTANGULAR	SOLDADA
AN-01	ANCLAJE	ASTRACAS DE HIERRO	F 1" x 3/8"	RECTANGULAR	SOLDADA
C1	COLUMNA	ASTRACAS DE HIERRO	F 1" x 4 1/2"	CUADRADO	SOLDADA
V-01	VIGA	ASTRACAS DE HIERRO	F 1" x 4 1/2"	RECTANGULAR	SOLDADA
PL-01	PLACA	ASTRACAS DE HIERRO	F 1" x 1/4"	CUADRADO	MECANICADO
T-01	TORNILLO	ASTRACAS DE HIERRO	F 1" x 3/8"	CUADRADO	SOLDADA

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
PERFILES METALICOS	Acero Estructural de fluencia 250kg/cm <sup>2</sup> mínimo
SOLDADURA TIPO	Electrodos clase AWS A5 E 70191H8R
BASE ANTICORROSIVA	Clase 1000 en Resina Epoxi Modica 2 Tonos
BASE ANTICORROSIVA	Pintura Industrial de resinas alquidicas

CALAMBRON ALUMINIO TE-04	TRASLAPES LONGITUDINAL

