

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL ESTADIO MUNICIPAL**  
**“JULIO BRAVO” DEL DISTRITO DE PUERTO ETEN, UTILIZANDO**  
**ESTRUCTURAS ESPECIALES, 2017**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**  
**MANUEL ALONSO HIDRUGO BARRAGÁN**

**ASESOR**  
**Ing. OVIDIO SERRANO ZELADA**

**Chiclayo, 2019**

## **RESUMEN**

El proyecto tiene como objetivo el análisis y diseño estructural del estadio municipal “Julio Bravo” del distrito de Puerto Eten, proponiendo cubiertas de tensoestructuras de madera laminada para las cubiertas de las tribunas, para disminuir los riesgos de corrosión del material, ocasionados por su cercanía del proyecto al mar. A su vez, da a conocer la escasez de infraestructura deportiva que tiene el distrito antes mencionado. Esta falta de infraestructuras deportivas ocasiona en la población un déficit en su desarrollo integral, adoptando malos estilos de vida ligados al alcoholismo y drogadicción.

La construcción del estadio municipal busca crear bienestar social en la población, permitiendo disminuir el índice de delincuencia y drogadicción, así como también generará ingresos económicos al distrito, mejorando el comercio interno del mismo.

**PALABRAS CLAVE:** Estadio, infraestructura deportiva, análisis estructural, diseño estructural, tensoestructuras.

## **ABSTRACT**

The project aims to analyze and structurally design the “Julio Bravo” municipal stadium in the Puerto Eten district, proposing tense laminated wood structures for the stands of the stands, to reduce the risks of corrosion of the material, caused by its proximity from the project to the sea. At the same time, it reveals the lack of sports infrastructure that the aforementioned district has. This lack of sports infrastructure causes a deficit in the integral development of the population, adopting bad lifestyles linked to alcoholism and drug addiction.

The construction of the municipal stadium seeks to create social welfare in the population, allowing to reduce the index of crime and drug addiction, as well as also generate economic income to the district, improving the internal commerce of the same.

**KEYWORDS:** Stadium, sports infrastructure, structural analysis, structural design, tenso-structures.

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	7
1.1	Planteamiento del problema.....	7
1.1.1	Situación problemática .....	7
1.1.2	Objetivos .....	9
1.1.3	Justificación.....	10
II.	MARCO TEÓRICO .....	12
2.1	Antecedentes del problema .....	12
2.2	Bases Teórico Científicas.....	14
2.3	Definición de términos básicos .....	15
III.	METODOLOGÍA .....	18
3.1	Diseño de investigación .....	18
3.1.1	Población. Muestral de estudio y muestreo.....	18
3.1.2	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.1.3	Instrumentos .....	18
3.1.4	Fuentes .....	20
3.1.5	Procedimiento.....	20
3.1.5.1	Levantamiento topográfico.....	20
3.1.5.2	Ensayos de mecánica de suelos .....	20
3.1.5.3	Licuación de suelos .....	30
3.1.5.4	Análisis de cimentación.....	30
3.1.5.5	Análisis de corrosividad atmosférica.....	32
3.1.5.6	Estudio de drenaje pluvial .....	34
3.1.5.7	Consideraciones generales para el diseño.....	35
3.1.5.8	Estructuración y predimensionamiento del estadio municipal “Julio Bravo”	39
3.1.5.9	Análisis sismo resistente.....	42
3.1.5.10	Diseño de tensoestructura sobre estructura de madera laminada .....	47
3.1.5.11	Diseño de vigas.....	48

3.1.5.12	Diseño de columnas.....	50
3.1.5.13	Diseño de losa aligerada.....	51
3.1.5.14	Diseño de escalera.....	52
3.1.5.15	Diseño de muros de corte.....	53
3.1.6	Plan de procesamiento para análisis de datos.....	54
IV.	RESULTADOS.....	56
4.1	Levantamiento topográfico.....	56
4.2	Ensayos de mecánica de suelos.....	57
4.3	Licuefacción de suelos.....	68
4.4	Análisis de cimentación.....	68
4.5	Análisis de la corrosividad atmosférica.....	68
4.6	Drenaje pluvial.....	69
4.7	Predimensionamiento.....	69
4.8	Análisis sismorresistente.....	70
4.9	Análisis sismorresistente.....	70
4.10	Diseño de vigas.....	70
4.11	Diseño de columnas.....	71
4.12	Diseño de losa aligerada.....	72
4.13	Diseño de escalera.....	72
4.14	Muro de corte.....	73
V.	DISCUSIÓN.....	74
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
6.1	Conclusiones.....	75
6.2	Recomendaciones.....	75
VII.	ANEXOS.....	77
7.1	Anexo N°1: Documentos.....	77
7.2	Anexo N°2: Cuadros.....	85

7.3	Anexo N°3: Imágenes .....	87
-----	---------------------------	----

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Planteamiento del problema

### 1.1.1 Situación problemática

Los países latinoamericanos presentan retos de inversión importantes que en muchas ocasiones no son culminados con satisfacción, lo cual impide aprovechar su potencial económico, los bajos niveles de infraestructura constituyen un obstáculo que se debe superar para que América Latina pueda detonar en su crecimiento económico. El reducido desempeño de la inversión en infraestructura se puede ligar directamente a una participación limitada del sector privado en el financiamiento de estos proyectos y una disminución sistemática de los recursos públicos destinados al sector. (Aportela y Durand 2011)

Por tal motivo, es evidente que el crecimiento económico y la inversión en infraestructura se refuerzan mutuamente, siendo ambas fundamentales en el desarrollo próspero y sostenido de un país, estimulando el potencial productivo, competitivo y el comercio interno del mismo. En el caso de América Latina, los niveles de infraestructura son inadecuados y se ha determinado que es uno de los impedimentos para su desarrollo, a pesar de que la red de infraestructura ha experimentado mejorías en los últimos años.

“En la última década, la economía peruana ha disminuido su crecimiento: de crecer 6.9% en el periodo 2006-2010 a 4.7% en el periodo 2011-2015. El escenario económico adverso, que se extiende por toda América Latina, evidencia que el Perú debe generar más inversión en infraestructura” (Gestión 2016). Invertir en infraestructura potenciará los bajos niveles de productividad y competitividad del Perú, como detalla la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). La falta de una diversidad productiva cierra las puertas a más mercados internos y externos, y limita la economía peruana a sostenerse en pocos productos, en especial materias primas, como señala César Peñaranda, director ejecutivo de la Cámara de Comercio de Lima

En otras palabras, el primer paso para que el Perú tenga una estabilidad socioeconómica es dirigir toda inversión a crear y potenciar infraestructuras para alcanzar mayor diversidad productiva. Sin embargo, la mayor parte de los esfuerzos del estado no deben de concentrarse en zonas urbanas consolidadas, sino también en los sectores más pequeños del Perú, como son

los distritos del norte de nuestro país. La construcción de infraestructuras deportivas contribuiría además en los procesos de educación, formación, salud y paz de nuestra sociedad.

Un claro ejemplo de la poca inversión en infraestructura es Chiclayo. Una ciudad que crece mucho pero no se desarrolla, con respecto a otras ciudades del Perú presenta un severo retraso. Esto debido a la paupérrima gestión municipal que atraviesa nuestra ciudad, que trae abajo la economía, por no tener una visión planificada y por el desconocimiento de cuáles son las áreas de inversión. Además, existe el desinterés por parte de las autoridades municipales de incentivar el deporte a través de infraestructuras adecuadas que permitan practicarlo, por tal motivo, se carece de deportistas que nos representen dignamente en disciplinas deportivas internacionales. El deporte a nivel mundial ha alcanzado una mayor relevancia en cada uno de los países, es fuente de atracción y calidad de vida para las personas que lo practican en todos sus niveles, puede usarse asimismo para reducir las tensiones y prevenir los conflictos a un nivel comunitario más amplio. (IPD 2016)

La infraestructura utilizada para la realización de actividades físicas o recreativas y deportivas de carácter masivo son mayormente losas deportivas y otros que igualmente son utilizados por el deporte afiliado. En cuanto al número de instalaciones deportivas y otros sólo se dispone de información de las municipalidades que han reportado información para fines de inventario, además de las del IPD. De un total de 1834 municipalidades se ha podido extraer la siguiente información de tipos de escenarios deportivo (Anexo N°2.1) (IPD 2011)

El distrito de Puerto Eten es uno de los centros urbanos importantes de la región Lambayeque, según su rango poblacional proporcionado por el INEI en el censo realizado en el año 2007, cuenta con una población total de 2,238 habitantes. Del cual el 55% de esta población es joven. (INEI 2015)

Por esta razón es importante que el distrito al estar formada en su mayoría con una población joven pueda esta desarrollar actividades deportivas en infraestructuras modernas y bien acondicionadas. Pues, una práctica constante del deporte genera un impacto positivo en el desarrollado integral de un ser humano, mejorando las funciones cognitivas, el aprendizaje y la memoria, así como también la salud mental y física. Además, contribuye a la formación de valores, tales como, la disciplina, compromiso, perseverancia, trabajo en equipo, respeto, solidaridad, entre otros.

En función a lo expuesto, el reto de los países como el nuestro, es trabajar juntos como sistema deportivo para conseguir una sociedad en la que los valores deportivos ocupen un lugar central y que, para un estilo de vida saludable y activo, se organicen numerosas actividades deportivas y en movimiento en general, bien sea en la escuela, el barrio o el trabajo, cuidando de aplicar los recursos al desarrollo de la infraestructura deportiva de una manera coordinada y eficiente. La enorme importancia del deporte para la formación integral del hombre, como se ha mencionado, hace necesario que esta actividad tenga un horizonte claro y ordenado para su desarrollo, objetivo que puede lograrse a través de la utilización del Planeamiento Estratégico como herramienta de gestión. (IPD 2011)

El distrito de Puerto Eten cuenta con un estadio llamado “Julio Bravo”, que cuenta con una cancha de tierra y dos arcos, lo cual genera malestar tanto en los jóvenes que desean realizar actividades deportivas en dicho estadio, así como a los distintos miembros de los equipos que juegan la liga distrital en Puerto Eten, debido al exceso de tierra existente en la zona, ya que esta no cuenta con una infraestructura adecuada para un mejor desempeño de actividades deportivas.

Los clubs que activan esta liga distrital de futbol son: Diego Ferre, Atlético Grau, Juventud Unida, Pedro Ruiz Gallo, Atlético Huáscar, Juan Seminario, Deportivo Junín, Alfonso Ugarte y Bahía Club. De los cuales los tres últimos pertenecen al distrito de Puerto Eten. Además, cabe resaltar que el Club “Los caimanes” de Puerto Eten juega la segunda división profesional de futbol peruano, que por los mismos problemas que tiene la liga distrital, tampoco juega de local este club en su ciudad, sino que tiene que jugar sus partidos en Chongoyape.

## **1.1.2 Objetivos**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar el análisis y diseño estructural del estadio municipal “Julio Bravo” del distrito de Puerto Eten, utilizando estructuras especiales.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Realizar el estudio de mecánica de suelos para determinar y definir los parámetros de diseño.  
Desarrollar la estructuración, predimensionamiento y analizar los elementos estructurales.

Diseñar todos los elementos estructurales de la edificación en estudio considerando la agresividad en el concreto y conectores.

Calcular el presupuesto del diseño estructural del proyecto.

Analizar el diseño de Tensoestructuras para el estadio

Analizar la luz máxima de cobertura

Análisis químico y ambiental de la brisa marina

Elaborar los planos estructurales del proyecto.

Realizar el estudio del drenaje pluvial

Realizar las especificaciones técnicas de estructuras del proyecto.

Realizar el plan de mantenimiento de la edificación.

Evaluar el impacto ambiental del proyecto

### **1.1.3 Justificación**

En respuesta a la necesidad de inversión en proyectos de infraestructura que permitan mejorar internamente la economía y la calidad de vida las personas, es de vital importancia identificar los mayores problemas que afectan a las ciudades del norte del País y buscar soluciones. Una de estas es la construcción de una infraestructura deportiva que permita no solo generar ingresos al distrito de Puerto Eten, sino también, contribuir en el desarrollo integral de las personas. Por tal motivo el presente proyecto resulta importante para nuestra ciudad de Chiclayo y paralelamente para el distrito de Puerto Eten ya que tiene un aporte significativo en los siguientes aspectos:

#### **ASPECTO SOCIAL**

Se mejorará la calidad de vida de los habitantes del distrito de Puerto Eten debido a que tendrán a su disposición un estadio moderno y seguro, el cual creará bienestar social en la población, permitiendo disminuir el índice de delincuencia y drogadicción, debido a que se adoptará estilos de vida sanos ayudando a la formación y desarrollo integral de la persona, permitiéndoles alcanzar su bienestar.

#### **ASPECTO ECONÓMICO**

La construcción de un estadio es un gran negocio tanto para las entidades gubernamentales y también para los equipos que lo manejan correctamente. Contará con canchas con infraestructura moderna que atraerán a muchos más espectadores en cualquier lugar del mundo

lo que generará mayores ingresos económicos”, explica Gonzalo Cruz, arquitecto urbanista y docente de la Pontificia Universidad Católica del Perú. (Depor 2013). Así mismo, se revalorizarán los costos de los terrenos para construcciones de viviendas o comercios cercanos a la zona destinada para la ejecución del estadio “Julio Bravo”.

### **ASPECTO AMBIENTAL**

El correcto análisis y diseño de la infraestructura del Estadio “Julio Bravo” reducirá la contaminación ambiental, debido a que el área donde se realizará el proyecto en la actualidad se encuentra descampada, generando mucho polvo en la zona. La construcción de esta infraestructura deportiva tendrá áreas verdes y canchas deportivas, las cuales nos servirán para tener un aspecto más agradable a la zona. Este proyecto también generará un impacto positivo, pues, se recuperará una zona en beneficio de la sociedad. Además, se considerará la elaboración y aplicación de una Evaluación de Impacto Ambiental.

### **ASPECTO TECNICO**

La infraestructura deportiva tendrá como materiales predominantes al concreto y el acero para el desarrollo del proyecto contando con distintos ambientes los cuales se diseñarán aplicando todos los conocimientos adquiridos en nuestra carrera universitaria, para analizar y escoger convenientemente el tipo de estructura especial para el diseño de las cubiertas de las tribunas, siguiendo las recomendaciones y exigencias del Reglamento Nacional de edificaciones del Perú.

### **ASPECTO CIENTÍFICO**

Para la realización del proyecto de un estadio en el distrito de Puerto Eten, se ampliarán conocimientos y criterios para el análisis y diseño de cubiertas para las tribunas orientes y occidente del estadio “Julio Bravo”, después del previo análisis se concluye que la estructura que se utilizará será las Tensoestructuras de madera laminada, con la finalidad de evitar la corrosión del acero expuesto en las cubiertas, éstas son coberturas basadas en estructuras ligeras, las cuales logran una gran estabilidad combinando y equilibrando las fuerzas de elementos rígidos (membranas y cables), a su vez resisten los esfuerzos de tracción y cizallamiento, las principales cualidades que tienen estos elementos son: Mínimo número de apoyos, cubren grandes luces con estructuras muy ligeras y tiene un aporte estético.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del problema

*Vaca Muñoz, Claudia. 2007. Aprovechamiento del espacio externo del estadio Olímpico Atahualpa. Tesis de grado. Universidad de Las Americas, Quito.*

Debido al crecimiento y auge del deporte y a su importancia, la demanda de espacios adecuados para practicarlos cada vez es más grande, y además como la cantidad de deportistas aumenta, de igual forma que los espectadores el estadio Olímpico brinda la oportunidad de crear espacios más cómodos y funcionales, sus cambios de uso a mejorar la utilización de espacios abandonados brindan la oportunidad de ejecución de un diseño adecuado y real a estos propósitos.

Al hablar de espacio cómodo y accesible a los deportistas, resulta impredecible complementar con su parte estructural y de control de cada uno de los deportes que bien pueden ser desarrollados en el espacio existente y complementario del estadio

Es por ello que el proyecto plantea los siguientes objetivos: el aprovechamiento del espacio subutilizado del Estadio Olímpico Atahualpa, la creación de espacios que satisfagan esa falta de organización de los deportes que se encuentran regentados y el manejo del diseño interior como herramienta a satisfacer todas esas necesidades de la utilización de dichos espacios.

*Rendón, Jorge. 2011. Rehabilitación y reforzamiento de estadios: Copa Mundial Sub-20 Colombia. Colombia*

Ocho ciudades fueron acogidas por Colombia para ser las subsedes donde se jugarán los 25 partidos. Las exigencias de la FIFA son grandes para un evento de esta categoría en lo que se refiere seguridad y calidad de las estructuras. Para lograr todo esto, varias de las estructuras fueron modificadas y reforzadas dependiendo de los objetivos buscados según el estadio.

Para el reforzamiento estructural incluye reformas de fondo en los elementos estructurales del estadio como son las columnas, vigas y fundación. Corresponde a una

actualización sísmica para llevar a la estructura a tener el desempeño adecuado, así como también la necesidad de reforzar la estructura del estadio para que soporte las nuevas cargas verticales y laterales.

Para este propósito se utilizan varios métodos de reforzamiento como son: Arriostramientos metálicos y pantallas de concreto reforzado para disminuir los desplazamientos laterales de la estructura durante un sismo.

***Schawartzmann Rivero, Nicolas. 2013. Diseño de un edificio de oficinas de concreto armado de once pisos. Tesis de grado, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.***

El presente trabajo consiste en el análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado de once pisos destinado a oficinas. El proyecto se encuentra ubicado en Miraflores, Lima y tiene un área techada de 9,445m<sup>2</sup>. El objetivo final es tener una estructura segura, funcional y factible de acuerdo con los lineamientos de las Normas Técnicas de Estructuras vigentes. La estructura del edificio consta de dos grandes muros estructurales en forma de “C” en la zona central, donde se encuentran ubicados las escaleras y ascensores. Adicionalmente, se tienen pórticos de concreto armado conformados por columnas y vigas, en las zonas donde están ubicadas las oficinas. En el perímetro de la planta se han considerado elementos estructurales con inercia importante para evitar problemas de torsión en planta.

***Municipalidad distrital de Eten. 2012. Construcción de plataforma deportiva municipal en la zona oeste del distrito de Eten, Chiclayo-Lambayeque. Chiclayo.***

El objetivo del proyecto es las adecuadas condiciones deportivas-recreacionales en la población educativa ubicada en la zona oeste del distrito de Eten. Actualmente el I.E. sabiduría de dios - distrito de ciudad Eten, no cuenta con la plataforma deportiva la cual permita a los alumnos realizar sus actividades recreacionales y deportivas con normalidad, acordes con las de su edad.

***Figallo Álvarez, Mario y Rita Pazos Sotelo. 2016. Complejo deportivo y comercial municipal - Surquillo. Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma, Lima.***

Esta tesis analizará y aportará aspectos de mejora a nivel de infraestructura e instalaciones centradas en el desarrollo del deporte. El deporte es una actividad realizada por el ser humano principalmente con fines recreativos, aunque en algunos casos puede convertirse en la profesión de una persona. Una de las importancias del deporte es que permite que la persona ejercite su

organismo, manteniéndose en buen estado de salud y en un buen nivel físico, así como también le permite relajarse, despreocuparse de la rutina, liberar tensión y, además divertirse.

El proyecto tiene como objetivo proyectar nuevas áreas para la adecuada práctica de distintos deportes, tales como vóley, básquet, artes marciales, tenis de mesa y natación, además del fútbol.

A manera de “plus” y para otorgar un mejor y más completo uso dentro del proyecto de tesis se planteará un área comercial como continuidad y complemento del ya existente comercio en la zona ubicado en la avenida Tomás Marsano. Esto contribuirá al proyecto a manera de sustento económico para el complejo deportivo y un centro de encuentro y esparcimiento para los usuarios.

## **2.2 Bases Teórico Científicas**

Tomando en cuenta la reglamentación nacional estipulada en cuestiones de desarrollo de infraestructura, se toman en cuenta los siguientes reglamentos.

### **Reglamento Nacional de Edificaciones. 2015. Norma E.020: Cargas. Lima**

El objetivo de esta Norma es establecer las cargas mínimas que están dadas en condiciones de servicio y que son necesarias para diseñar. Se considerará la carga muerta, carga viva, presiones del suelo, cargas de estructura y cargas de construcción. En ningún caso las cargas empleadas en el diseño serán menores que los valores mínimos establecidos en esta norma.

### **Reglamento Nacional de Edificaciones. 2015. Norma E.0.30: Diseño Sismo resistente. Lima**

Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con los siguientes principios: La estructura no debería colapsarse, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio y que la estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables.

### **Reglamento Nacional de Edificaciones. 2015. Norma E.050: Suelos y cimentaciones. Lima**

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos para la ejecución de Estudios de Mecánica de Suelos, con fines de cimentación, de edificaciones y otras obras indicadas en esta Norma.

Los EMS se ejecutarán con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y para promover la utilización racional de los recursos. La presente Norma no toma en cuenta los efectos de los fenómenos de geodinámica externa y no se aplica en los casos que haya presunción de la existencia de ruinas arqueológicas; galerías y oquedades subterráneas de origen natural o artificial. En ambos casos deberán efectuarse estudios específicamente orientados a confirmar y solucionar dichos problemas.

### **Reglamento Nacional de Edificaciones. 2015. Norma E.0.60: Concreto Armado. Lima**

Esta Norma fija los requisitos y exigencias mínimas para el análisis y diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la supervisión de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple. Los planos y las especificaciones técnicas del proyecto estructural deberán cumplir con esta Norma.

### **Ley de Promoción y Desarrollo del Deporte, Ley N° 29544**

Dicha ley respalda el objetivo del presente proyecto, puesto que hace mención como objetivo en el Art. N° 3, Desarrollar y promover en forma orgánica y descentralizada el deporte en general como actividad física de la persona en sus diferentes disciplinas y modalidades; Art. N° 6 los gobiernos locales forman parte del Sistema Deportivo Nacional.

### **Ley General del Ambiente, Ley N°28611 (del 13 de octubre del 2005)**

En los artículos I al III, menciona, toda persona tiene derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

## **2.3 Definición de términos básicos**

**ÁREAS VERDES:** Espacios urbanos, o de periferia a éstos, predominantemente ocupados con árboles, arbustos o plantas, que pueden tener diferentes usos, ya sea cumplir funciones de esparcimiento, recreación, ecológicas, ornamentación, protección, recuperación y rehabilitación del entorno, o similares (Del Pozo Donoso 2009)

**CAPACIDAD DE CARGA:** Es la presión última o de falla por corte del suelo y se determina utilizando las fórmulas aceptadas por la mecánica de suelos. (RNE 2015)

**CARGA:** Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. (RNE 2015)

**CIMENTACIÓN:** Parte de la edificación que trasmite al subsuelo las cargas de la estructura. (RNE 2015)

**CONCRETO ARMADO O REFORZADO:** Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, preesforzado o no, especificada en los capítulos 1 al 21. (RNE 2015)

**ESTADIO:** Recinto o conjunto de instalaciones con graderías para los espectadores, destinado a competiciones deportivas: (WordReference 2017)

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS:** Conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación. (RNE 2015)

**EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL:** Es un sistema único y coordinado de identificación, prevención y supervisión y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos. Están comprendidos también las políticas, planes y programas de nivel nacional, regional y local que generen implicancias ambientales, significativas, así como los proyectos de inversión pública privada o de capital mixto que podrían causar impactos ambientales negativos significativos. (MINAM 2016)

**INFRAESTRUCTURA:** Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad, especialmente económica, o para que un lugar pueda ser habitado. (THEFREEDICTIONARY 2016)

**MURO DE CORTE O PLACA:** Muro estructural diseñado para resistir combinaciones de fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales inducidas por cargas laterales. (RNE 2015)

**SISMO:** Es un fenómeno que se produce por un rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada corteza terrestre. Como consecuencia se produce vibraciones que propagan en todas las direcciones a través de los suelos. (Ugalde 2009)

**SUBESTRUCTURA:** Porción de la estructura que se encuentra por debajo del nivel del suelo. (RNE 2015)

**SUPERESTRUCTURA:** Porción de la estructura que se encuentra por sobre el nivel del terreno. (RNE 2015)

**TENSOESTRUCTURAS:** Son estructuras formadas por tejidos pretensados y redes de cables que se sustentan a base de elementos rígidos tipo mástiles, arcos o pórticos. Responden a la actuación de las cargas desarrollando únicamente esfuerzos de tracción, por lo que constituyen una estructura bastante ligera (Basset Salom 2014)

### **III. METOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño de investigación**

De acuerdo con el diseño de investigación de mi proyecto es de tipo descriptiva, porque a partir del análisis del objeto de estudio se desarrollará el diseño de los elementos estructurales

De acuerdo con el fin que se persigue es de tipo aplicada, porque busca la utilización de los conocimientos adquiridos en la práctica de la carrera de Ingeniería Civil.

##### **3.1.1 Población. Muestral de estudio y muestreo**

Se establecerán los parámetros correspondientes y necesarios luego de identificar y describir las características de la zona y del proyecto mismo, constituido por el área del proyecto y el entorno en el cual se desarrollará, siendo este el distrito de Puerto Eten.

##### **3.1.2 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Observación directa: Observando las variables en su contexto natural.

Análisis de contenido: Sistematizado e interpretado la información obtenida diversas fuentes, tales como: bibliografías, planos, programas, ensayos, etc.)

##### **3.1.3 Instrumentos**

###### **ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Contenido de Humedad

Análisis Granulométrico

Límite Líquido y Límite Plástico

Peso Específico Relativo de Sólidos

Clasificación Unificada de Suelos

Densidad Relativa

Peso volumétrico de suelo cohesivo

Ensayo de Compactación Proctor Modificado

Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos

Corte Directo

CBR

Contenido de Cloruros Solubles en Suelos

Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos

### **PROGRAMAS DE CÓMPUTO**

AutoCAD

Microsoft Office: Word, Excel, Power Point

S10

MS Project

SAP 2000

### **LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Estación total

Mira

Jalón

Wincha

GPS

Prisma

### **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Tamices

Hornos

Molde cilíndrico

Balanza

Fiola

Cuchara de Casagrande

Máquina de SPT

Pisón

Máquina de consolidación

Bickers

### **3.1.4 Fuentes**

Se realizará la recopilación de información documental de los antecedentes encontrados y publicados del tema, con relación a las Tensoestructuras de madera laminada., reglamento Nacional de edificaciones, anteproyecto arquitectónico existente y bibliografía

### **3.1.5 Procedimiento**

#### **3.1.5.1 Levantamiento topográfico**

Se realizó el levantamiento topográfico con la finalidad de obtener la representación del terreno de la zona del proyecto, y poder elaborar el plano de curvas de nivel para de esta manera determinar los desniveles que presenta el terreno.

El equipo utilizado fue la estación total, el cual cuenta con un software incorporado que va almacenando los datos para la posterior realización de gabinete.

El procedimiento para la obtención de datos fue:

- a. Estacionar el equipo topográfico en un punto estratégico donde se pueda visualizar la mayor cantidad de puntos del levantamiento y nivelamos el aparato ajustando el nivel esférico. El eje vertical debe pasar por el punto del terreno en donde se quiere estacionar e introducimos las coordenadas del punto de estación.
- b. Orientar el instrumento por medio del norte y visar al punto de coordenadas conocidas, introducimos sus coordenadas.
- c. Calculamos las coordenadas de los demás puntos que se puedan ver colocando el prisma y el reflector en dichos puntos para realizar la medición de distancias y ángulos.
- d. Una vez medidos los puntos, si ya no vemos los demás puntos, lo que debemos hacer es cambiarnos de estación (mover el equipo a otro punto) y volver a realizar los pasos a, b y c.

#### **3.1.5.2 Ensayos de mecánica de suelos**

**CONTENIDO DE HUMEDAD. NTP 339.127 (ASTM D 2216)**

Este ensayo tuvo por finalidad, determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. El contenido de humedad de una masa de suelo está formado por la suma de sus aguas libres, capilares e higroscópicas.

La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este (especialmente en aquellos de textura más fina), como por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

Se aplicó este ensayo en todas las muestras obtenidas por las tres calicatas a cielo abierto y por los seis SPT. El resultado de este ensayo fue obtenido con la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{Peso de agua retenida}}{\text{Peso de muestra seca}} \times 100$$

#### **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO. NTP 339.128 (ASTM D 422)**

Es un proceso mecánico mediante el cual se separan las partículas de un suelo en sus diferentes tamaños, denominado a la fracción menor (Tamiz No 200) como limo, Arcilla y Coloide. Se lleva a cabo utilizando tamices en orden decreciente. La cantidad de suelo retenido indica el tamaño de la muestra, esto solo separa una porción de suelo entre dos tamaños. Los tamices empleados fueron: 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", 1/4", N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°140 y N°200.

En la granulometría se determinó el D60, D30 y D10, obtenida con la interpolación de los valores más cercanos que existan con respecto al % que pasa en cada tamiz y en relación con el diámetro de la partícula. También se utilizó la siguiente fórmula para corroborar el resultado de la interpolación

$$D_x = \left[ \frac{D_2 - D_1}{\text{Log}(\%_2) - \text{Log}(\%_1)} \times \text{Log}(\%_x) - \text{Log}(\%_1) \right] + D_1$$

Estos valores antes mencionados fueron hallados para determinar el coeficiente de uniformidad (Cu) y el coeficiente de curvatura (Cc) para posteriormente poder clasificar el suelo. Se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Coeficiente de uniformidad} = C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$\text{Coeficiente de curvatura} = C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Y finalmente se realizó la distribución granulométrica con los criterios mencionados en el artículo 19.3 de la NTP 339.128, los cuales son:

- a. Grava, pasa tamiz 3" y queda retenido en el tamiz N°4
- b. Arena, pasa tamiz N°4 y queda retenido en tamiz N°200  
Arena gruesa, pasa tamiz N°4 y queda retenida en tamiz N°10  
Arena media, pasa tamiz N°10 y queda retenida en tamiz N°40  
Arena fina, pasa tamiz N°40 y queda retenida en tamiz N°200
- c. Arcilla y Limo, pasa tamiz N°200

Se aplicó este ensayo en todas las muestras obtenidas por las tres calicatas a cielo abierto y por los seis SPT.

### **LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO. NTP 339.129 (ASTM D 4318)**

El límite líquido es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Mientras que el límite plástico es el contenido de humedad, expresado en porcentaje para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados plásticos y semisólido. Y finalmente el índice de plasticidad es el rango de contenido de humedad sobre el cual un suelo se comporta plásticamente. Numéricamente es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. Este ensayo fue realizado con la copa de casa grande.

Se aplicó este ensayo en todas las muestras obtenidas por los seis SPT y en solo seis muestras de nueve en las obtenidas por las tres calicatas, debido a que carecían de arcillas y limos y, por lo tanto, no tenían límite plástico.

Para hallar el límite líquido se trazó una recta en 25 golpes, según lo indica el artículo 12.2 de la NTP 339.129, hasta llegar a la intersección con la línea de tendencia y se busca el contenido de humedad de esa intersección

Los resultados de este ensayo fueron obtenidos con las siguientes fórmulas:

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso de agua retenida}}{\text{Peso de muestra seca}} \times 100$$

$$\text{Índice de plasticidad} = \text{Límite líquido} - \text{Límite plástico}$$

### **CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS. NTP 339.134 (ASTM D 2487)**

Este método de ensayo describe un sistema para la clasificación de suelos minerales y orgánico mineral con propósitos de ingeniería, basado en la determinación en el laboratorio de las características de granulometría, límite líquido e índice de plasticidad, y deberá ser utilizado cuando se requiera una clasificación precisa.

Se realizó la clasificación de los suelos en todas las muestras obtenidas por las tres calicatas a cielo abierto y por los seis SPT. Tanto por el método SUCS y AASHTO.

### **PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS. NTP 339.131 (ASTM D 854)**

La densidad de sólidos se define como la relación que existe entre el peso de los sólidos y el peso del volumen del agua desalojado por los mismos.

Generalmente la variación de la densidad de sólidos es de 2.60 a 2.80, aunque existen excepciones como en el caso de la turba en la que se han registrado valores de 1.5 y aún menores, debido a la presencia de materia orgánica. En cambio, en suelos con cierta cantidad de minerales de hierro la densidad de sólidos ha llegado a 3.

Para la realización de este ensayo se utilizaron dos fiolas, estufa, balanza y agua. Se aplicó este ensayo en todas las muestras obtenidas por los seis SPT y en solo cuatro muestras de nueve en las obtenidas por las tres calicatas, debido a que presentan las mismas características que los suelos ensayados.

Los resultados de este ensayo fueron obtenidos con la fórmula específica en el artículo 9.1 de la NTP 339.131

$$\text{Peso específico}(G_s) = \frac{PMS}{PMS + (M_a - M_b)}$$

$$M_a = P_f + \text{Agua}$$

$$M_b = P_f + \text{Agua} + PMS$$

### **PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO. NTP 339.139 (BS 1377)**

El peso volumétrico también denominado peso unitario o densidad en masa de un suelo, es el peso de un agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario específico. Se usa invariablemente para la conversión de peso a volumen.

Se realizó este ensayo con la tercera muestra de la calicata N°3, debido que se contaba con una muestra complemente inalterada y consolidada. El resultado de este ensayo fue obtenido con las siguientes formulas:

$$\text{Peso volumétrico de masa húmedo} = \frac{\text{Peso de la muestra de suelo}}{\text{Volumen de la muestra de suelo}}$$

$$\text{Volumen de la muestra de suelo} = \frac{(M1 - M2) - (M1 - M3)}{\text{Densidad de la parafina}}$$

$$\text{Peso volumétrico seco} = \frac{\text{Peso volumétrico de masa húmedo}}{100 + \text{Contenido de humedad de muestra}} \times 100$$

$$M_1 = PMS + \text{Parafina}$$

$$M_2 = PMS + \text{Parafina suspendida en agua}$$

$$M_3 = PMS \text{ con vacíos tapados con parafina}$$

### **ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO. NTP. 339.141 (ASTM D 1557)**

El objeto del ensayo es determinar, en un suelo o capa granular, la relación entre la densidad seca y la humedad para una energía de compactación de 2700 KN-m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, y definir la densidad seca máxima y su humedad correspondiente, denominada óptima, que se puede conseguir con ese suelo en el laboratorio.

Se realizó este ensayo con la muestra obtenida de la calicata 1, debido a que las demás muestras presentan similares características a la ensayada. El resultado de este ensayo fue obtenido con las siguientes fórmulas para obtener mediante una gráfica la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso de agua retenida}}{\text{Peso de muestra seca}} \times 100$$

$$\text{Peso volumétrico húmedo} = \frac{\text{Peso de la muestra de suelo}}{\text{Volumen de la muestra de suelo}}$$

$$\text{Peso volumétrico seco} = \frac{\text{Peso volumétrico húmedo}}{100 + \text{Contenido de humedad de muestra}} \times 100$$

### **CORTE DIRECTO. NTP.339.171 (ASTM D 3080)**

Este ensayo se realizó para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo a través de su Cohesión y de su Ángulo de Fricción Interna, de esta manera, se puede calcular la capacidad de carga de un suelo para estabilidad de taludes, excavaciones, con fines de cimentación. Con el ensayo de Corte Directo se induce la ocurrencia de una falla en el espécimen de suelo a través de un plano localizado donde actúan dos fuerzas (o esfuerzos), un esfuerzo normal debido a una carga vertical aplicada externamente y un esfuerzo cortante debido a la aplicación de una carga horizontal.

Se realizó este ensayo con la muestra obtenida de la calicata 1, debido a que las demás muestras presentan similares características a la ensayada. Para determinar el ángulo de fricción y la cohesión existente en la muestra se trabajó con una gráfica de esfuerzo de corte máximo vs esfuerzo normal.

### **CONTENIDO DE SALES. NTP 339.151 (BS 1377)**

Mediante este ensayo se determinó en forma cuantitativa de partículas por millón de sales en agua contenido en suelos y agua subterránea.

Se aplicó este ensayo en todas las muestras obtenidas por los tres SPT. El resultado de este ensayo fue obtenido con las siguientes fórmulas:

$$\text{Peso volumétrico seco} = \text{Sales solubles} = \frac{\text{Peso de residuo de sales} \times 1000000}{\text{Volumen de la solución tomada}} \times \text{Relación suelo - AD}$$

$$\text{Sales solubles en PS} = \frac{\text{Constituyente de sales solubles totales}}{10000}$$

### **CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS. NTP 339.177 (AASHTO T 291)**

Este ensayo se realizó en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, y se analizaron muestra de la calicata 1 y 2, a la profundidad que estará el Df de cimentación

### **COTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS. NTP 339.178 (AASHTO T 290)**

Este ensayo se realizó en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, y se analizaron muestra de la calicata 1 y 2, a la profundidad que estará el Df de cimentación

### **MÉTODO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR SPT. NTP 339.133 (ASTM D 1586)**

Este ensayo consistió en determinar el número de penetración estándar (Nf) que se requieren para que una barra vertical, penetre una longitud de 30 cm, dentro del suelo, por medio de un golpe de martillo de 63.5 kg, levantado y soltado desde una altura de 76 cm.

Con este valor Nf obtenido se puede determinar, la resistencia a compresión, el módulo de elasticidad, el coeficiente de balasto, el coeficiente de variación volumétrica y la capacidad portante. Pero para ello se tiene que hacer unas correcciones pero que hacen variar ligeramente el valor de Nf de campo. Para la corrección del Nf se utilizó la siguiente fórmula, obtenida del libro de Ingeniería geotécnica del Ing. William Rodríguez Serquén (Pág. 18)

$$N_s = N_{60} = N_f \times C_N \times n_1 \times n_2 \times n_3 \times n_4 \times n_5$$

Nf; Es el número de penetración estándar. Obtenida del número de golpes de SPT en campo

Cn; Es la corrección por presión de sobrecarga efectiva. Esta corrección solo se da en suelos granulares, obtenida de la relación de Liao y Whitman (1986), sacada del libro de Fundamento de Ingeniería Geotécnica del Ing. Brajas M. Das (Pág. 297)

$$C_N = \left[ \frac{1}{\left( \frac{\sigma'_o}{\rho_a} \right)} \right]^{0.5}$$

$$\sigma'_o = \text{Presión de sobrecarga efectiva} = \text{Peso Específico} \times \text{Altura}$$

$$\rho_a = \text{Presión atmosférica en la misma unidad como } \sigma'_o = 1\text{kg/cm}^2$$

N1; Es la corrección por eficiencia de martillo (%), obtenida por la hoja de calibración del SPT del Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Facultad de Ingeniería Civil.

N2; Factor de corrección por longitud de varilla, obtenido de tabla sacada del libro de Fundamento de Ingeniería Geotécnica del Ing. Brajas M. Das (Pág. 295)

Longitud de varilla (m)	$N_2$
> 10	1.00
6 a 10	0.95
4 a 6	0.85
0 a 4	0.75

N3; Factor de corrección por el revestimiento de la toma muestras, obtenido de tabla sacada del libro de Fundamento de Ingeniería Geotécnica del Ing. Brajas M. Das (Pág. 295)

Variable	$N_3$
Muestreado estándar	1.00
Con revestimiento para arena densa y	0.80
Con revestimiento para arena suelta	0.90

N4; Factor de corrección por el diámetro de la toma muestras, obtenido de tabla sacada del libro de Fundamento de Ingeniería Geotécnica del Ing. Brajas M. Das (Pág. 295)

Diámetro (mm)	$N_4$
60 a 120	1.00
150.00	1.05
200.00	1.15

N5; Factor de corrección por nivel freático, esta corrección no se determinó debido a que no se encontró nivel freático al momento de la extracción de la muestra de ninguno de los seis SPT.

Posteriormente se determinó la capacidad portante admisible en arenas, para ello se utilizaron distintas fórmulas, de distintos autores, para determinar una similitud y llegar a un resultado. Para llegar al resultado, se utilizaron las siguientes fórmulas:

*Según Meyerhof:*

$$q_{admissible} = 2.54 \times \left( \frac{N_{correg}}{7.62} \right) \times \left( \frac{B + 0.3}{2B} \right)^2, \frac{kg}{cm^2} \quad B \geq 1.20m$$

$$q_{admissible} = 7.99 \times N_{60} \times \left( \frac{3.28B + 1}{3.28B} \right)^2, \frac{kg}{cm^2} \quad B > 1.22m$$

*Según Meyerhof y Bowls:*

$$q_{admissible} = 19.16 \times N_{60} \times F_d \times \left( \frac{S_e}{25.4} \right), \frac{kg}{cm^2} \quad B \leq 1.22m$$

$$q_{admissible} = 11.98 \times N_{60} \times \left( \frac{3.28B + 1}{3.28B} \right)^2 \times F_d \times \left( \frac{S_e}{25.4} \right), \frac{kg}{cm^2} \quad B > 1.22m$$

*Según Peck:*

$$q_{admissible} = 0.1095 \times N, \frac{kg}{cm^2} \quad B > 1.20m$$

*Según Terzaghi:*

$$q_{admissible} = 0.215 \times N, \frac{kg}{cm^2}$$

Luego se determinó el ángulo de fricción en arenas, para ello se utilizaron distintas fórmulas, de distintos autores, para determinar una similitud y llegar a un resultado. Para llegar al resultado, se utilizaron las siguientes fórmulas:

Según Peck, Hanson y Thornbum:

$$\phi = 27.1 + 0.3 \times N_{60} - 0.00054 \times (N_{60})^2$$

*Según Schmertmann (1975):*

$$\phi = \tan^{-1} \left[ \frac{N}{12.2 + 20.3 \times \left( \frac{\sigma'_y}{\rho_a} \right)} \right]^2$$

*Según Shioi and Fukui (1982):*

$$\phi = \sqrt{18 \times N_{60}} + 15 \quad (\text{caminos y puentes})$$

$$\phi = 0.6 \times N_{60} + 27 \quad (\text{Edificios})$$

*Según Hatanaka y Ucida (1996):*

$$\phi = \sqrt{20 \times N_{60}} + 20$$

*Según Peck:*

$$\phi = 28.5 + 0.25 \times N_{60}$$

*Según Kishida:*

$$\phi = 15 + (20 \times N_{60})^{0.5}$$

*Según Japan National Railway:*

$$\phi = 27 + 0.30 \times N_{60}$$

*Según Japan Road Bureau:*

$$\phi = 15 + (15 \times N_{60})^{0.5}$$

Finalmente se determinó el asentamiento, y para ello se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$S_1 = 2 * \left( \frac{q_{adm}}{N_{60}} \right) * \left( 2 * \frac{B}{B+1} \right)^2$$

$$S_2 = 8 * \left( \frac{q_{adm}}{N_{60}} \right)$$

### 3.1.5.3 Licuación de suelos

La licuefacción de suelo describe el comportamiento de suelos que, estando sujetos a la acción de una fuerza externa (carga), en ciertas circunstancias pasan de un estado sólido a un estado líquido, o adquieren la consistencia de un líquido pesado. Es un tipo de corrimiento, provocado por la inestabilidad de un talud. Es uno de los fenómenos más dramáticos y destructivos y, además, más polémicos y peor explicados que pueden ser inducidos en depósitos por acciones sísmicas

Para determinar si existe potencial de licuación del suelo en la zona del proyecto, debemos de cumplir las condiciones establecidas en el artículo 32.3 del RNE E.050, de esta manera si las tres primeras condiciones estipulas en este artículo son positivas, se deberán hacer adicionalmente dos condiciones más, si en el caso, que una de estas dos salga negativa se descarta el potencial de licuación.

Otra manera de determinar el potencial de licuación en el suelo es mediante el número de golpes producidos al momento de la penetración de la caña del SPT, esta forma también está establecida en la norma mencionada anteriormente.

### 3.1.5.4 Análisis de cimentación

Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo con el tipo de edificación. Para tal efecto, se ha utilizado el criterio de TERZAGHI – PECK (1967), tanto para cimentación continua y aislada.

Para cimentación continua:

$$q_d = \frac{2}{3} * c * N'_c + \gamma * D_f * N'_q + \frac{1}{2} * \gamma * B * N'_\gamma$$

$$N'_c = \cot g\phi(N'_q - 1)$$

$$N'_q = e^{\pi g\phi} \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$N'_\gamma = 2 \tan \phi(N'_q + 1)$$

C = Cohesión

Df = Profundidad de cimentación

B = Ancho de cimentación

N'c, N'q, N'y = Factores de capacidad de carga

Finalmente, para determinar la capacidad admisible, se utilizó esta fórmula:

$$Q_{adm} = \frac{q_d}{FS}$$

Para cimentación cuadrada:

$$q_d = 1.3 \times \frac{2}{3} \times c \times N'_c + \gamma \times Z \times N'_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N'_\gamma$$

$$N'_c = \cot g\phi(N'_q - 1)$$

$$N'_q = e^{\pi g\phi} \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

$$N'_\gamma = 2 \tan \phi(N'_q + 1)$$

C = Cohesión

Z = Profundidad de cimentación

B = Ancho de cimentación

N'c, N'q, N'y = Factores de capacidad de carga

Finalmente, para determinar la capacidad admisible, se utilizó esta fórmula:

$$Q_{adm} = \frac{q_d}{FS} ; FS=3$$

### 3.1.5.5 Análisis de corrosividad atmosférica

El propósito de este ensayo es analizar el grado de corrosión atmosférica existente en el área de estudio perteneciente al distrito de Puerto Eten. La norma ISO 9223 establece cinco tipos de categorías de corrosividad atmosférica para lo cual influyen tres agentes de polución atmosférica más influyentes en la corrosión de los metales: Polución por Cloruros (CL<sup>-</sup>), medición de Dióxido de Azufre (SO<sub>4</sub>) y tiempo de humectación relativa.

Tabla N°1: Categorías estimadas de Corrosividad de la Atmósfera.															
Acero															
	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>			T <sub>3</sub>			T <sub>4</sub>			T <sub>5</sub>		
	S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>0</sub> -S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
P <sub>0</sub> -P <sub>1</sub>	1	1	1 ó 2	1	2	3 ó 4	2 ó 3	3 ó 4	4	3	4	5	3 ó 4	5	5
P <sub>2</sub>	1	1	1 ó 2	1 ó 2	2 ó 3	3 ó 4	3 ó 4	3 ó 4	4 ó 5	4	4	5	4 ó 5	5	5
P <sub>3</sub>	1 ó 2	1 ó 2	2	2	3	4	4	4 ó 5	5	5	5	5	5	5	5

Fuente: Norma ISO (9223).

### POLUCIÓN POR CLORUROS (CL<sup>-</sup>)

Este ensayo consistió en determinar la cantidad de iones cloruros existentes en el ambiente del distrito de Puerto Eten, para lo cual se construyeron 6 captadores de cloruros según la norma ISO 9225, en los cuales se vertieron 500ml de solución compuesta por agua destilada más glicerina anhidra [CHOH (CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>] al 30% más 0.5 ml de ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) y éstos fueron instalados en la zona de estudio y expuestos al ambiente durante un periodo de 30 días.

El procedimiento del análisis de los cloruros se hizo según la norma ASTM D512, y se utilizaron las siguientes fórmulas para el cálculo de la velocidad del depósito:

$$ppmCl^{-} = \frac{35450 * N_{AgNO3} * V_{AgNO3}}{V(alicuota)}$$

$$mgCl^{-} = ppmCl * V(aforado)$$

$$RCl^{-} = \frac{mgCl^{-}}{A.T}$$

Dónde:

PpmCL = Concentración de iones cloruros, en mg/litro.

N<sub>AgNO<sub>3</sub></sub> = Normalidad valorada en nitrato de plata.

V<sub>AgNO<sub>3</sub></sub> = Gato de nitrato de plata, en ml.

V (alícuota) = Volumen de alícuota, en ml.

MgCL = Masa de cloruros, en mg.

V (aforado) = Volumen aforado, en litros.

RCL = Velocidad de depósito de cloruros, en mg/m<sup>2</sup>.día.

A = Área del mechero, en m<sup>2</sup>.

T = Tiempo de exposición, en días.

La clasificación de la categoría de Polución por cloruros se realizó según la norma ISO 9223.

<b>Tabla N°2: Clasificación de Polución del aire por el contenido de cloruros.</b>	
<b>Velocidad de deposición de Cloruros mg/(m<sup>2</sup>.d)</b>	<b>Categoría</b>
S ≤ 3	S <sub>0</sub>
3 < S ≤ 60	S <sub>1</sub>
60 < S ≤ 300	S <sub>2</sub>
300 < S ≤ 1500	S <sub>3</sub>

Fuente: Norma ISO (9223)

### MEDICIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)

Para determinar la categoría de polución, se obtuvieron los datos del ensayo realizado en el mes de febrero del año 2017 en la ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Se prepararon captadores de dióxido de azufre según la norma ISO 9225 los cuales fueron expuestos durante 30 días en la atmósfera y luego de ello se realizó el análisis según la norma ASTM D516.

Para el cálculo de la velocidad del depósito se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$ppmSO^{-24} = 114.6 * ABS + 0.269$$

(Formula determinada según la curva de calibración)

$$ppmSO_2 = ppm \text{ de } SO^{-24} * \frac{64}{96}$$

$$mgSO_2 = ppmSO_2 * V(\text{de dilución})$$

$$RSO_2 \left( \frac{mg}{m^2} \cdot \text{día} \right) = (mgSO_2) / (A * T)$$

Dónde:

PpmSO-24: Concentración de iones sulfato, en mg por litro.

ABS: Absorbancia medido en el spectronic-20.

PpmSO<sub>2</sub>: Concentración de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), en mg por litro.

MgSO<sub>2</sub>: Masa de SO<sub>2</sub>, en miligramos.

V (de dilución): Volumen de dilución de la muestra, en litros.

R SO<sub>2</sub> (mg/m<sup>2</sup>.día): Velocidad de depósito de SO<sub>2</sub>, en mg/m<sup>2</sup>.día.

A: Área del plato, en m<sup>2</sup>.

T: Tiempo de exposición, en días.

Para la clasificación de la categoría de polución por Dióxido de Azufre se realizó según la norma ISO 9223.

<b>Tabla N°3: Clasificación de Polución por contenido de sustancias sulfuradas representadas por SO<sub>2</sub>.</b>		
<b>Velocidad de deposición de SO<sub>2</sub> mg/ m<sup>2</sup>.d</b>	<b>Concentración de SO<sub>2</sub> u/m<sup>3</sup></b>	<b>Categoría</b>
$P_d \leq 10$	$P_c \leq 12$	P <sub>0</sub>
$10 < P_d \leq 35$	$12 < P_c \leq 40$	P <sub>1</sub>
$35 < P_d \leq 80$	$40 < P_c \leq 90$	P <sub>2</sub>
$80 < P_d \leq 200$	$90 < P_c \leq 250$	P <sub>3</sub>
Fuente: Norma ISO (9223)		

### TIEMPO DE HUMECTACIÓN

El tiempo de humectación en el distrito de Puerto Eten, se determinó considerando las humedades relativas mayores al 80% a una temperatura mayor a 0°C, expresado en horas por año. Para determinar la categoría de tiempo de humectación se realizó según la norma ISO 9223.

<b>Tabla N°4: Clasificación de Tiempo de Humectación.</b>			
<b>CATEGORÍA</b>	<b>TIEMPO DE HUMECTACIÓN</b>		<b>EJEMPLO DE OCURRENCIA</b>
	<b>Horas / año</b>	<b>%</b>	
T1	$t \leq 10$	$t \leq 0.1$	Microclimas interiores con control climático
T2	$10 < t \leq 250$	$0.1 < t \leq 3$	Microclimas interiores sin control climático
T3	$250 < t \leq 2500$	$3 < t \leq 30$	Atmósferas exteriores en climas secos y fríos, climas fríos y parte de climas templados, cobertizos apropiadamente ventilados en climas templados
T4	$2500 < t \leq 5500$	$30 < t \leq 60$	Ambientes al aire libre en todos los climas (excepto en los climas secos y fríos), cobertizos ventilados en condiciones húmedas, cobertizos sin ventilación en climas templados.
T5	$5500 < t$	$60 < t$	Parte de los climas húmedos, cobertizos ventilados en condiciones húmedas
Fuente: Norma ISO (9223)			

### 3.1.5.6 Estudio de drenaje pluvial

El drenaje pluvial es el sistema de tuberías que permite el desalojo de líquido producido por precipitaciones de una población.

El diseño del drenaje pluvial del proyecto en estudio se realizará siguiendo las pautas establecidas en la norma OS.060 del reglamento nacional de edificación. Para determinar el caudal se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q_{m^3/s} = \frac{C * I_{LL}(mm/hr) * A(ha)}{360}$$

C = Coeficiente de permeabilidad = 0.85

i = Intensidad de la lluvia (mm/h)

A = Área de drenar (ha)

D = Diámetro de tubería

S = Pendiente = 0.005

n = Coeficiente de rugosidad = 0.01

Y para determinar el diámetro que tendrá la tubería, se determinó con la siguiente fórmula:

$$Q_{m^3/s} = \frac{0.312 * D^{8/3} * S^{1/2}}{n}$$

### 3.1.5.7 Consideraciones generales para el diseño

#### 3.1.5.7.1 Tribunas del estadio “Julio Bravo”

##### 3.1.5.7.1.1 Características y propiedades de los materiales

###### Concreto:

Resistencia nominal a compresión:  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

Módulo de elasticidad:  $E = 250998 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de poisson:  $\mu=0.20$

###### Acero de Refuerzo:

Corrugado, grado 60, esfuerzo de fluencia:  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

Módulo de elasticidad:  $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$

##### 3.1.5.7.1.2 Cargas unitarias

###### Carga muerta

Se consideraron todos los pesos de los materiales, tabiques y otros elementos soportados por la edificación incluyendo su peso propio.

<b>Tabla N°5: Pesos unitarios empleados</b>	
<b>Albañilería</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
Unidades de arcilla cocida huecas	1350
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)	

### **Cargas vivas**

La carga viva depende de los diferentes tipos de ocupación y uso de la edificación, en este caso tenemos un estadio en donde sus ambientes están destinados para realizar distintas actividades deportivas, así como también cuenta con dos tribunas oriente y occidente, cuyas cargas vivas empleadas han sido obtenidas de la norma E.020.

<b>Tabla N°6: Cargas vivas minimas repartidas.</b>	
<b>Lugares de Asamblea</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>
Salones de baile, restaurantes, gimnasios y vestibulos de teatros y tribunas	400
Graderias y tribunas	500
Corredores y escaleras	500
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)	

#### **3.1.5.7.1.3 Combos de diseño**

A continuación, se presentan las combinaciones de cargas utilizadas para el diseño de la estructura según la norma E.060.

$$\text{COMB 1} = 1.4\text{CM} + 1.7\text{CV}$$

$$\text{COMB 2} = 1.25\text{CM} + 1.25\text{CV} \pm 1\text{SISMO}$$

$$\text{COMB 3} = 0.9\text{CM} \pm 1\text{SISMO}$$

#### **3.1.5.7.2 Tensoestructura sobre estructura de madera laminada**

##### **3.1.5.7.2.1 Características y propiedades de los materiales**

###### **Madera:**

La norma E.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones presenta tres agrupamientos para la madera, los cuales están basados en los valores de la densidad básica y de la resistencia mecánica.

Tabla N°7: Densidad básica	
Grupo	Densidad básica g/cm <sup>3</sup>
A	≥ 0.71
B	0.56 a 0.70
C	0.40 a 0.55

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

Tabla N°8: Módulo de Elasticidad		
Grupo	Módulo de elasticidad (E) Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )	
	E mínimo	E promedio
A	9316 (95000)	12748 (130000)
B	7355 (75000)	9806 (100000)
C	5394 (55000)	8826 (90000)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

Tabla N°9: Esfuerzos admisibles				
Grupo	Esfuerzos admisibles Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )			
	Flexión (fm)	Tracción Paralela (ft)	Compresión perpendicular (fc)	Corte Paralelo (Fy)
A	20.6 (210)	14.2 (145)	14.2 (145)	1.5 (15)
B	14.7 (150)	10.3 (105)	10.8 (110)	1.2 (12)
C	9.8 (100)	7.3 (75)	7.8 (80)	0.8 (8)

*Nota: Para los esfuerzos admisibles en compresión deberán considerarse adicionalmente los efectos de pandeo*

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

Tabla N°10: Coeficientes considerados para la determinación de los esfuerzos admisibles.				
	Flexión	Compresión paralela	Corte Paralelo	Compresión Perpendicular
F.C	0.80	-	-	-
F.T	0.90	-	-	-
F.S	2.00	1.6	4	1.6
F.D.C	1.15	1.25	-	-

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones (2016)

### 3.1.5.7.2.2 Cargas unitarias

#### Carga muerta

Se considerará el peso real de los materiales que conforman y los que deberán soportar la edificación, calculados en base a los pesos unitarios establecidos en la norma E.020. Para la tensoestructura se tomó en cuenta el peso de la lona: Ferrari – Fluoro T2-502 = 0.59 Kg/m<sup>2</sup>.

### Cargas vivas

Para el caso de la tensoestructura se consideró una carga viva de 30 kg/cm<sup>2</sup> por ser una cobertura liviana, establecido en la norma E.020.

### Cargas de viento

Las membranas son afectadas por cargas de viento variable produciendo oscilaciones en ellas. Para calcular la presión del viento que debe resistir la estructura se utiliza la siguiente fórmula:

$$P_h = 0.005CVh^2$$

Donde:

C: Factor de forma adimensional

Vh: Velocidad de diseño a la altura h, en km/h.

La estructura tiene una pendiente de 8°, por lo tanto, el factor de forma exterior para superficies inclinadas a 15° o menos en Barlovento es de +0.3 y -0.7 y en Sotavento -0.6.

Tabla N°11: Factores de forma (C)		
Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+ 0.8	- 0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección del viento	+ 1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica.	+ 0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular.	+ 2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	+ - 0.8	- 0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 -0.7	- 0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.7 -0.3	- 0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	- 0.6
Superficies verticales ó inclinadas (planas o curvas) paralelas a la dirección del viento	- 0.7	- 0.7
*El signo positivo indica presión y el negativo succión		
Fuente: Reglamento nacional de edificaciones (2016)		

### 3.1.5.7.3 Combos de diseño

Para el diseño de la tensoestructura de madera laminada se utilizaron las siguientes combinaciones de carga de acuerdo con la reglamentación de diseño del AISC:

**COMB 1= 1CM**

**COMB 2= 1CV**

**COMB 3= 1CM + 1CV**

**COMB 4 = 1CM + 1CV ± W**

**COMB 5= 1CM ± W**

**COMB 6 = 1CV ± W**

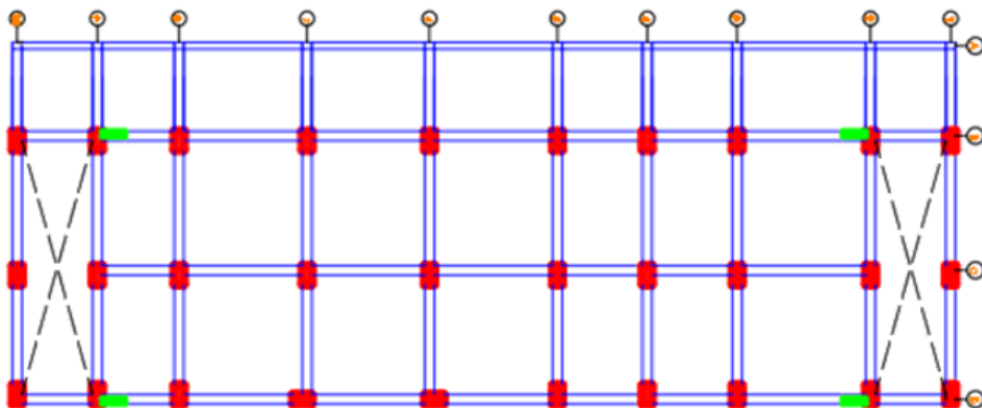
### **3.1.5.8 Estructuración y predimensionamiento del estadio municipal “Julio Bravo”**

#### **ESTRUCTURACIÓN**

El proceso de estructuración consiste en definir la ubicación y las características de todos los elementos estructurales, tales como las losas aligeradas, losas macizas, vigas y columnas, de manera que el edificio tenga un buen comportamiento ante solicitaciones de cargas de gravedad y de sismo. Se ha buscado la más adecuada disposición de los elementos resistentes, para que, de esta forma, la estructura sea capaz de soportar las distintas solicitaciones durante su vida útil.

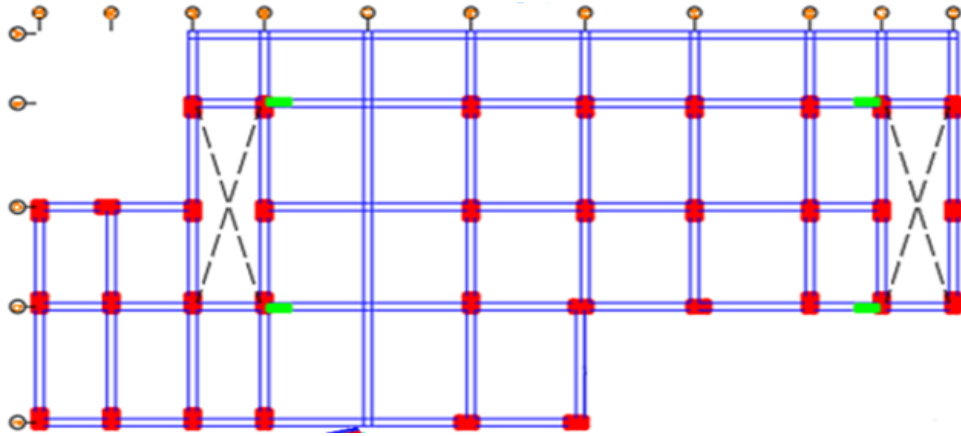
Se trabajó con un sistema estructural de pórticos en ambas direcciones, para la ubicación de columnas se tuvo especial cuidado para que estas no interfieran con la arquitectura y poder tener una mejor circulación peatonal. Luego de haber definido los elementos verticales, se procede a conectarlos mediante vigas peraltadas, de esta manera ayudarán a darle un mejor comportamiento a la estructura.

Para el caso de las losas, se eligió trabajar con losa aligerada en el primer nivel haciendo que las viguetas vayan en la dirección de menor longitud, con la finalidad de evitar que los esfuerzos por flexión y cortante y las deformaciones sean de gran magnitud y se trabajó con losa maciza para las graderías.



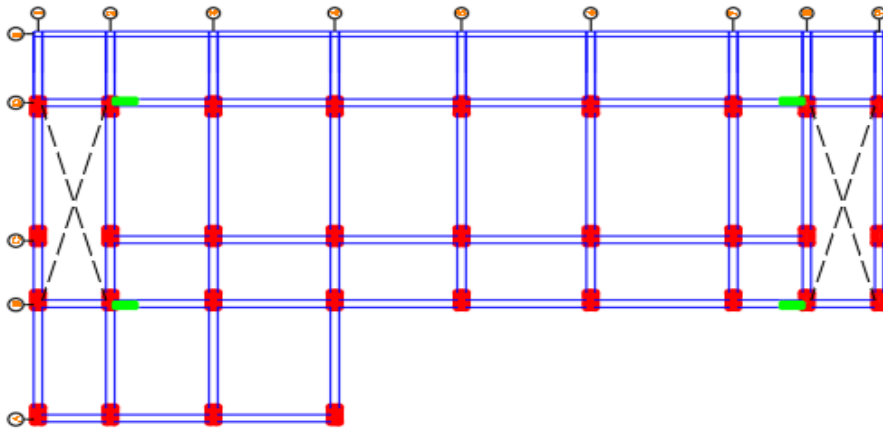
### Estructuración de la tribuna Occidente "A"

### Estructuración de la tribuna Occidente "B"



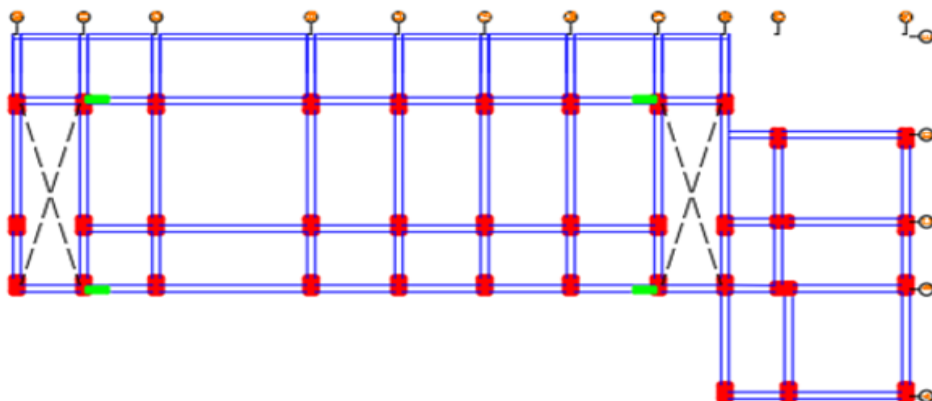
Fuente: Propia

### Estructuración de la tribuna Oriente "A"



Fuente: Propia

### Estructuración de la tribuna Oriente "B"



## PREDIMENSIONAMIENTO

El predimensionamiento consiste en dar una dimensión aproximada o definitiva a los distintos elementos estructurales, en base a los criterios y recomendaciones planteadas en la Norma E.060 de Concreto Armado. Una vez realizado el análisis se verificará si las dimensiones asumidas son convenientes, de lo contrario tendrán que cambiarse para luego proceder al diseño.

### Predimensionamiento de Losas Aligeradas

El Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma E.060 da peraltes mínimos para losas nervadas o aligeradas en una dirección para no verificar deflexiones.

<b>Tabla N°12: Peraltes o espesores mínimos de Losas reforzadas en una dirección</b>				
<b>Espesor o peralte mínimo, h</b>				
<b>Elementos</b>	<b>Simplemente apoyada</b>	<b>Con un extremo Continuo</b>	<b>Ambos extremos continuos</b>	<b>En voladizo</b>
Losas nervadas en una dirección	1/16	1/18.5	1/21	1/8

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones (2016)

### Predimensionamiento de Losas Maciza

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones en el capítulo 9, tiene 3 casos para calcular el espesor mínimo para losas con vigas que se extienden entre los apoyos:

- a) Para  $\alpha \leq 0.2$ ; se aplican las disposiciones establecidas en la siguiente tabla:

<b>Tabla N°13: Espesores mínimos de losas.</b>			
	<b>PAÑO EXTERIOR</b>		<b>Paño Interior</b>
	<b>Sin viga de Borde</b>	<b>Con Viga de Borde</b>	
<b>2800</b>	Ln/33	Ln/36	Ln/36
<b>4200</b>	Ln/30	Ln/33	Ln/33
<b>5250</b>	Ln/28	Ln/31	Ln/31

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones (2016)

- b) Para  $0.2 \leq \alpha \leq 2$ ; h no debe ser menor que:

$$h = \frac{Ln \left( 0.8 + \frac{fy}{14000} \right)}{36 + 5\beta (\alpha m - 0.2)} \geq 12.5 \text{ cm}$$

Pero no menor que 12.5 cm

c) Para  $\alpha > 2$ ; h no debe ser menor que:

$$h = \frac{Ln \left( 0.8 + \frac{fy}{14000} \right)}{36 + 9\beta} \geq 9 \text{ cm}$$

Pero no menor que 0.9cm.

Donde:

$\alpha$ : rigidez de viga con respecto a rigidez de losa; y se calcula según la ecuación (13-3) establecida en el capítulo 13 de la Norma E.060:

$$\alpha = \frac{E_{cb} * I_b}{E_{cs} * I_s}$$

### **Predimensionamiento de Vigas**

Al predimensionar las vigas, se tiene que considerar la acción de cargas de gravedad y de sismo.

$B=B/20$ , donde B= ancho tributario y no puede ser menos a 0.25m.

$H=L/12$

### **Predimensionamiento de columnas**

Las columnas son los elementos estructurales que soportan cargas verticales y fuerzas lateras, por lo cual se siguió el criterio de dimensionamiento por cargas de gravedad.

$$Ac = \frac{P_c}{0.35 * f}$$

Donde:

$P_c$ : Cargas de servicio

### **3.1.5.9 Análisis sismo resistente**

Debido a que nuestro país está ubicado en una zona de alta actividad sísmica, el análisis sísmico es de carácter obligatorio para proyectar estructuras sismo resistente.

Según la norma E.030 la filosofía del Diseño Sismo resistente consiste en evitar pérdidas de vida humana, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad. El análisis sísmico ayudará a conocer cómo será el comportamiento de la estructura ante presencia de un sismo, lo cual depende de distintos parámetros sísmico, entre ellos la zonificación, tipo de suelo, tipo de uso, tipo de sistema estructural y las irregularidades. Así como también nos ayudará a conocer los periodos de vibración de la estructura, la fuerza cortante en la base del edificio y los desplazamientos laterales.

## PARÁMETROS SÍSMICOS

### FACTOR DE ZONA

La norma E.030 asigna a cada zona un factor Z el cual se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

**IMAGEN N°1:** Zonas sísmicas



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

<b>ZONA</b>	<b>Z</b>
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

## PARÁMETROS DE SITIO (S, T<sub>P</sub>, T<sub>L</sub>)

La norma E.030 establece cuatro tipos de perfiles de suelos, de los cuales debe considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, de acuerdo con ello se seleccionará el factor de suelo “S”, el periodo que define la plataforma del factor C “T<sub>P</sub>” y el periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante “T<sub>L</sub>”.

	<b>S0</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
<b>Z4</b>	0.8	1	1.05	1.1
<b>Z3</b>	0.8	1	1.15	1.2
<b>Z2</b>	0.8	1	1.2	1.4
<b>Z1</b>	0.8	1	1.6	2

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

	<b>Perfil de suelo</b>			
	<b>S0</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
<b>T<sub>P</sub></b>	0.3	0.4	0.6	1
<b>T<sub>L</sub></b>	3	2.5	2	1.6

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

## AMPLIFICACIÓN SÍSMICA

### PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN “T”

Según la norma E.030 el periodo fundamental de vibración se determinará con la siguiente fórmula:

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

<b>CT</b>	
35	a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
	b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.
45	a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
	b) Pórticos de acero arriostrados.
60	a) Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

## FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SÍSMICA “C”

El factor de amplificación sísmica “C” se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo y está definido por las siguientes expresiones:

$$T < T_p; C = 2$$

$$T_p < T < T_L; C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L; C = 2.5 * \frac{T_p * T_L}{T^2}$$

## FACTOR DE USO “U”

En el capítulo 3 de la norma E.030 clasifica cada estructura de acuerdo con el uso o importancia, para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar U=1.

Tabla N°18: Categoría de las edificaciones y factor “U”		
Categoría	Descripción	U
A	Edificaciones Esenciales	1.5
B	Edificaciones Importantes	1.3
C	Edificaciones Comunes	1
D	Edificaciones Temporales	*

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)

## SISTEMA ESTRUCTURAL

### Estructuras de concreto armado

La norma E.030 establece cuatro tipos de sistema estructural para estructuras de concreto armado y considera un coeficiente básico de reducción sísmica “R<sub>0</sub>”. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menos coeficiente R<sub>0</sub> que corresponda.

Tabla N°19: Sistemas estructurales		
Sistema Estructural		R <sub>o</sub>
Concreto Armado	Pórticos	8
	Dual	7
	De Muros Estructurales	6
	Muros de Ductilidad Limitada	4
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)		

## REGULARIDAD ESTRUCTURAL

Para determinar el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas R es necesario clasificar a las estructuras como regulares o irregulares. En las estructuras regulares el factor de irregularidad en planta “I<sub>p</sub>” y en altura “I<sub>a</sub>” será igual a 1.

Para las estructuras irregulares se calcularán los factores de irregularidad, el factor “I<sub>a</sub>” se determinará como el menor de los valores de la tabla de irregularidades en altura, y para el factor “I<sub>p</sub>” se determinará como el menor valor de la tabla de irregularidades en planta especificados en el artículo 3.6 de la norma E.030.

## COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS SISMICAS “R”

Según la norma E.030, el coeficiente de reducción se determinará con la siguiente fórmula:

$$R = R_0 * I_p * I_a$$

## ESTIMACIÓN DEL PESO

Para edificaciones que pertenecen a las categorías A y B, se tomará el 50% de la carga viva.

Para edificaciones de categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.

## FUERZA CORTANTE EN LA BASE

La fuerza cortante en la base se determinará por la siguiente expresión:

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

El valor C/R, no se deberá considerar menor que 0.125.

### FUERZA CORTANTE MÍNIMA

La fuerza cortante del edificio no podrá ser menor que el 80% del cortante estático para estructuras regulares, ni menor que el 90% del cortante estático para estructuras irregulares.

#### 3.1.5.10 Diseño de tensoestructura sobre estructura de madera laminada

##### Diseño de cable de borde

Para el diseño del cable de borde se utilizará la siguiente fórmula:

$$A_{req} = \frac{C * T_{max}}{\sigma_{\text{último}}}$$

$$\frac{N}{N_{adm}} \leq 1.0$$

$$N_{adm} = \text{Área} \times f_t$$

### DISEÑO POR COMPRESIÓN

Para el cálculo de la sección del tijeral se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\frac{N}{N_{adm}} \leq 1.0$$

Primero, se hallará los  $\lambda_x$ ,  $\lambda_y$  y el  $C_k$ , para determinar si la columna es corta, intermedia o esbelta, con las siguientes fórmulas:

$$\lambda_x = \frac{K * L}{b}$$

$$\lambda_y = \frac{K * L}{b}$$

$$C_k = 0.7025 * \sqrt{\frac{E}{f_{c//}}}$$

Y finalmente, después de determinar qué tipo de columna es hallaremos el  $N_{adm}$  de acuerdo con el tipo de columna que se determinó anteriormente con las siguientes fórmulas:

Columna corta:

$$N_{adm} = f_{c\perp} * A$$

Columna intermedia:

$$N_{adm} = f_{c1} * A * \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{\lambda}{Ck} \right)^4 \right]$$

Columna esbelta:

$$N_{adm} = 0.246 * \frac{E * A}{\lambda^2}$$

### 3.1.5.11 Diseño de vigas

Las vigas se deben diseñar para resistir esfuerzos de flexión y cortante, considerando las cargas muertas, vivas y cargas de sismo que absorban.

#### DISEÑO POR FLEXIÓN

Para el cálculo del área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$As = \frac{Mu}{\phi f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$a = \frac{As * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

El factor de reducción de resistencia para el diseño por flexión será 0.9, estipulado en la Norma E.060. Luego se realiza la verificación de cuantía mínima:

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$\rho = \frac{As}{b * d}$$

$$\rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$

$$\rho_b = 0.85 * 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} * \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right)$$

#### DISEÑO POR CORTANTE

En el capítulo 11 de la norma E.060, el diseño de las secciones transversales sometidas a fuerza cortante se debe basar en la siguiente ecuación:

$$\phi V_n \geq V_u$$

El factor de reducción de resistencia para el diseño por cortante y torsión será 0.85. Donde  $V_n$  es la resistencia nominal al cortante y se calcula mediante:

$$V_n = V_c + V_s$$

La resistencia al cortante proporcionada por el concreto es:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * bw * d$$

Cuando se utilice refuerzo de cortante perpendicular al eje del elemento:

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{s}$$

Donde  $A_v$ : área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento.

## LONGITUDES DE DESARROLLO Y EMPALMES

Las longitudes de desarrollo se calcularán según lo estimado en el capítulo 12 de la norma E.060.

Para barras igual o menores que 3/4":

$$l_d = \left( \frac{f_y * \psi_e * \psi_t * \lambda}{2.6 * \sqrt{f'c}} \right) * db$$

Para barras mayores a 3/4":

$$l_d = \left( \frac{f_y * \psi_e * \psi_t * \lambda}{2.1 * \sqrt{f'c}} \right) * db$$

La longitud mínima del empalme por traslape en tracción deben ser:

Para clase A= 1\* $l_d$ .

Para clase B= 1.3\* $l_d$ .

Los factores que afectan la longitud de desarrollo o empalmes de barras en tracción se indican en la siguiente tabla:

Tabla N°20: Factores de modificación de las longitudes de desarrollo.		
Factor	Condiciones	Valor
$\psi_t =$	Barras superiores	1.3
	*Otras barras	1
$\psi_e =$	Barras o alambres con tratamiento superficial epóxico y recubrimiento menor que 3db o espaciamiento libre menor que 6db	1.5
	Otras barras o alambres con tratamiento superficial epóxico.	1.2
	Barras sin tratamiento superficial	1
$\psi_s =$	Barras de 3/4" y menores.	0.8
	Barras mayores de 3/4"	1
$\Lambda =$	Concreto liviano	1.3
	Concreto de peso normal	1
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2016)		

### 3.1.5.12 Diseño de columnas

Las columnas son elementos que están sometidos principalmente a esfuerzos por flexo-compresión, se deben considerar las cargas muertas, vigas y cargas de sismo. Para empezar con el diseño de estos elementos estructurales, primero debemos de identificar si las columnas son arriostradas o no arriostradas, para ellos se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{\sum P_u \cdot A_c}{V_u \cdot L_c} \leq 0.06$$

Si el Q hallado es menor a 0.06 se considerará que la columna es arriostrada. Luego de esta primera identificación, se seguirá con identificar si la columna es corta o esbelta. Para ellos necesitaremos los datos de longitud efectiva de la columna, las inercias de las vigas y la columna, los trinchas A y B, y con la ayuda de nomograma de Jackson.

Modelando se determinará el "K". Luego para determinar si la columna es corta o esbelta se utilizó la siguientes formulas:

$$\frac{K \cdot L_u}{r}$$

$$34 - 12 \cdot \left( \frac{M1}{M2} \right)$$

Si la primera ecuación es menor a la segunda, entonces será una columna corta, de lo contrario será una columna esbelta.

Posteriormente se determinará si la columna está sometida a flexión o flexo-compresión, con la siguiente fórmula:

$$P_u < 0.1 * f'_c * A_g$$

Y finalmente se utilizará el método Bressler, primero un análisis a dos caras, con las siguientes fórmulas:

$$\gamma = (H - 12) / H$$

$$K_n = (P_n / f'_c * A_g)$$

$$R_n = (M / f'_c * A_g * H)$$

y luego un análisis por el método Bressler a cuatro caras, para finalmente utilizar la ecuación de Bressler que determinará el  $P_n$  y de esta manera sabremos si nuestro diseño es el adecuado.

$$\frac{1}{\phi P_n} = \frac{1}{\phi P_{nx}} + \frac{1}{\phi P_{ny}} + \frac{1}{\phi P_{no}}$$

### 3.1.5.13 Diseño de losa aligerada

Los aligerados son elementos monolíticos de concreto formados por nervaduras regularmente espaciadas, unidas por una losa superior más delgada, el espacio que hay entre las nervaduras está relleno por un ladrillo aligerado, con vacíos tubulares. El espaciamiento y dimensiones de los componentes de este tipo de losa son tales que su comportamiento estructural permite ser analizada como una viga T. Para el cálculo estructura y diseño, se considera que sólo las viguetas aportan rigidez y resistencia.

### DISEÑO POR FLEXIÓN

Para el cálculo del área de acero se utilizarán las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

El factor de reducción de resistencia para el diseño por flexión será 0.9, estipulado en la Norma E.060

Luego se realiza la verificación de cuantía mínima:

$$p_{min} < p < p_{m\acute{a}x}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b * d}$$

$$\rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{f'c}}{f_y}$$

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$

$$\rho_b = 0.85 * 0.85 * \frac{f'c}{f_y} * \left( \frac{6300}{6300 + f_y} \right)$$

Posteriormente se determinará un refuerzo por contracción y temperatura, la cual se determinará con la siguiente fórmula:

$$A_{st} = \rho_t * b * h$$

Y finalmente se hará una comprobación por cortante, donde si se cumple esta condición el diseño estará correcto, de lo contrario se tendrá que ensanchar la viga.

$$V_n = \frac{W_u * L_n * 1.15}{2} < 0.85 * V_n$$

### 3.1.5.14 Diseño de escalera

Las escaleras de losa se calculan como elementos horizontales cuya luz es igual a la proyección horizontal de la luz de la escalera. El peralte efectivo, el espesor de la losa, el paso y el contrapaso. El diseño de este elemento estructural será por flexión y cortante, utilizando las siguientes fórmulas:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'c * b}$$

Para determinar el refuerzo negativo se dividirá entre dos al  $A_s$  determinado en el momento positivo, siempre y cuando el apoyo sea rígido, por el contrario, si es un apoyo poco rígido será dividido entre tres.

Finalmente se determinará un refuerzo por contracción y temperatura, la cual se determinará con la siguiente fórmula:

$$A_{st} = 0.0018 * b * h$$

### 3.1.5.15 Diseño de muros de corte

Las placas son elementos estructurales que ayudan a dar una mayor rigidez a la estructura para de esta manera poder controlar los desplazamientos laterales.

El espesor mínimo para un muro de corte es de 10cm, pero ya dependiendo de las solicitaciones sísmicas se irá ampliando los espesores y las longitudes de las placas para poder lograr un buen comportamiento sísmico.

Para el diseño de placas primero se verifica si se diseñará por flexión o por flexo compresión con la siguiente fórmula:

$$P_u \leq 0.4 * f'_c * A_g$$

Si se realiza el diseño por flexión, el cálculo del momento será:

$$M_{cr} = \frac{f_r * I_g}{y_t}$$

Donde:

$$f_r = 2 * \sqrt{f'_c}$$

$y_t$  = Distancia a la fibra más alejada en tracción.

Si se realiza el diseño por flexo compresión, el cálculo del momento será:

$$M_{cr} = \left( 2 * \sqrt{f'_c} + \frac{P_u}{A_g} \right) * \frac{I_g}{y_t}$$

Para el momento de diseño de las placas, según el acápite 10.5.1 de la Norma E.060 nos dice que se deberá multiplicar  $1.2M_{cr}$ .

Las placas son elementos que pueden fallar por tracción, compresión, cortante y deslizamiento en la base, por ellos se deben realizar dichas verificaciones.

## DETERMINACIÓN DEL DIAGRAMA DE ITERACIÓN

Para realizar el diagrama de iteración primero se procede al cálculo del centro plástico que es el centroide de resistencia de la sección si se comprime el concreto al esfuerzo máximo  $0.85 \cdot f'_c$  y se comprime todo el acero al esfuerzo  $F_y$ , con deformación uniforme en la sección.

Luego se realiza el cálculo de los puntos de iteración que son las deformaciones que pueden sufrir la sección, para los cual se consideraron 6 puntos de iteración: compresión pura, deformación del acero igual a 0, mitad de condición balanceada, condición balanceada, flexión pura y tracción pura.

Para el diseño por cortante existen tres casos, y se verificará en que caso se trabajará.

CASO 1: Si  $\frac{V_u}{\phi} \leq 0.27 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$ , cuantía mínima horizontal será igual a 0.002 y la cuantía mínima vertical será 0.0015.

CASO 2: Si  $0.27 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d < \frac{V_u}{\phi} \leq 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$ , cuantía mínima horizontal será igual a 0.0025 y la cuantía mínima vertical se obtendrá de la siguiente fórmula, pero no será mayor a 0.0025.

$$P_{vmin} = 0.0025 + 0.5 \cdot \left( 2.5 - \frac{hw}{lw} \right) \cdot (P_{hmin} - 0.0025)$$

CASO 3: Si  $\frac{V_u}{\phi} > 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$ , cuantía horizontal mayor a 0.0025 y el acero horizontal será:

$$A_{vh} = \frac{\left( \frac{V_u}{\phi} \right) \cdot P_{hmin}}{f_y \cdot d}$$

### 3.1.6 Plan de procesamiento para análisis de datos

#### FASE I

Efectuar las coordinaciones previas con las autoridades locales competentes.

Visita a la zona del proyecto.

Recopilación de información bibliográfica y antecedentes del proyecto.

Recopilación de información pertinente sobre Tensoestructuras de madera laminada

Revisión de la normativa nacional vigente y alineación de la información de la misma.

Inicio de evaluación de impacto ambiental.

## FASE II

Realizar el levantamiento topográfico del terreno del proyecto.

Realizar los estudios de mecánica de suelos correspondientes.

Realizar el análisis químico y ambiental de la brisa marina

Estructuración y predimensionamiento de los elementos estructurales de concreto armado.

Analizar y realizar la estructuración y dimensionamiento de las cubiertas de Tensoestructuras de madera laminada.

Análisis y reajuste del diseño estructural de la edificación en estudio.

Continuación de evaluación de impacto ambiental.

## FASE III

Diseño de los elementos estructurales de la edificación en estudio.

Análisis y diseño de la cimentación de la edificación en estudio.

Análisis y diseño de las Tensoestructuras de madera laminada.

Realizar el estudio de drenaje pluvial.

Elaboración de memorias de cálculo.

Continuación de evaluación de impacto ambiental.

## FASE IV

Elaboración de las especificaciones técnicas.

Elaboración de planos.

Elaboración de metrados.

Elaboración de costo y presupuesto estructural del proyecto.

Elaboración del cronograma de obras estructurales.

Continuación de evaluación de impacto ambiental.

## FASE V

Informe final de evaluación del impacto ambiental.

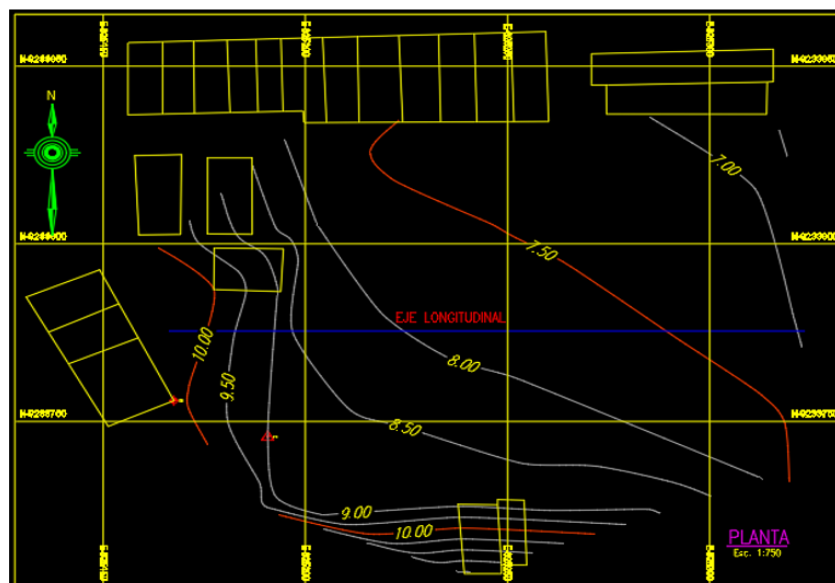
Análisis de resultados.

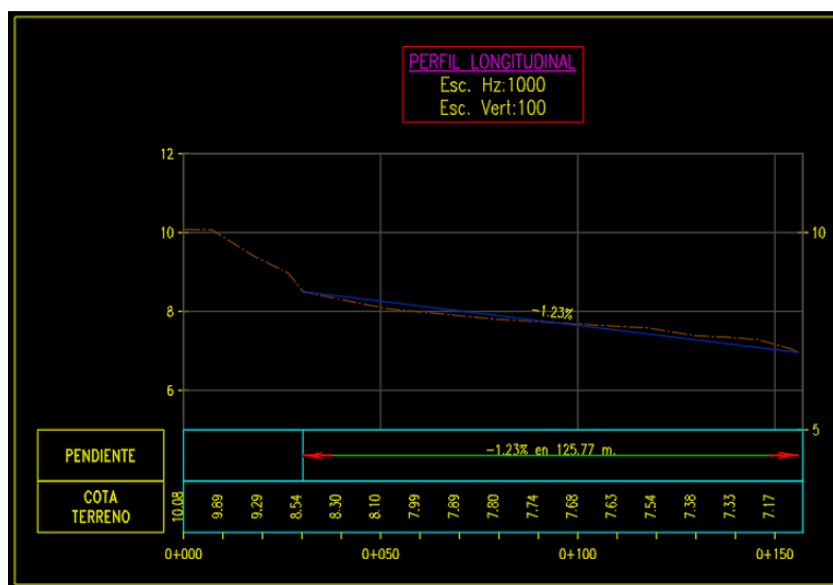
Elaboración de conclusiones y recomendaciones.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Levantamiento topográfico

El resultado del levantamiento topográfico dio como resultado las curvas de nivel y el perfil estratigráfico que se presentarán a continuación.





Fuente: Propia

## 4.2 Ensayos de mecánica de suelos

### CONTENIDO DE HUMEDAD. NTP 339.127 (ASTM D 2216)

SPT 01

SPT 01	M1
% Humedad	16.07%

SPT 02

SPT 02	M1
% Humedad	6.13%

SPT 03

SPT 03	M1
% Humedad	6.88%

SPT 04

SPT 04	M1	M2
% Humedad	2.87%	11.33%

SPT 05

SPT 05	M1	M2
% Humedad	5.34%	10.24%

SPT 06

SPT 06	M1	M2
% Humedad	5.22%	8.56%

Calicata 01

CALICATA 01	M1	M2	M3	M4
% Humedad	5.04%	7.80%	7.08%	6.66%

Calicata 02

CALICATA 02	M1	M2	M3
% Humedad	5.86%	13.83%	8.63%

Calicata 03

CALICATA 03	M1
% Humedad	5.95%

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO. NTP 339.128 (ASTM D 422)

SPT01

SPT 01	M1
% Grava	0.21%
% Arena	49.85%
% Arcilla	49.94%
D60	0.1920
D30	0.1313
D10	0.0967
Cu	1.9863
Cc	0.9292

SPT02

SPT 02	M1
% Grava	1.25%
% Arena	82.64%
% Arcilla	16.12%
D60	0.2024
D30	0.1342
D10	0.0974
Cu	2.0779
Cc	0.9133

SPT03

SPT 03	M1
% Grava	0.00%
% Arena	86.72%
% Arcilla	13.28%
D60	0.1799
D30	0.1293
D10	0.0993
Cu	1.8120
Cc	0.9368

SPT04

SPT 04	M1	M2
% Grava	0.00%	3.10%
% Arena	93.60%	47.42%
% Arcilla	6.40%	49.48%
D60	0.3615	0.4549
D30	0.1919	0.2623
D10	0.1242	0.1024
Cu	2.9115	4.4437
Cc	0.8207	1.4778

SPT05

SPT 05	M1	M2
% Grava	0.00%	0.00%
% Arena	87.30%	50.01%
% Arcilla	12.70%	49.99%
D60	0.6974	0.2052
D30	0.4349	0.1342
D10	0.2016	0.0964
Cu	3.4591	2.1283
Cc	1.3451	0.9099

SPT06

SPT 06	M1	M2
% Grava	0.25%	5.30%
% Arena	89.90%	46.42%
% Arcilla	9.85%	48.28%
D60	0.4701	0.5611
D30	0.2904	0.1647
D10	0.1543	0.0901
Cu	3.0466	6.2302
Cc	1.1622	0.5366

## CALICATA 01

CALICATA 01	M1	M2	M3	M4
% Grava	3.23%	0.02%	0.00%	0.00%
% Arena	74.38%	77.45%	83.01%	89.93%
% Arcilla	22.39%	22.53%	16.99%	10.07%
D60	0.2267	0.1850	0.1885	0.1781
D30	0.1444	0.1341	0.1373	0.1320
D10	0.1069	0.1082	0.1111	0.1082
Cu	2.1215	1.7105	1.6966	1.6467
Cc	0.8603	0.8982	0.8997	0.9051

## CALICATA02

CALICATA 02	M1	M2	M3
% Grava	0.00%	1.07%	0.00%
% Arena	77.94%	49.35%	68.65%
% Arcilla	22.06%	49.58%	31.35%
D60	0.1894	0.1819	0.1740
D30	0.1346	0.1155	0.1281
D10	0.1072	0.0833	0.1006
Cu	1.7666	2.1824	1.7295
Cc	0.8924	0.8801	0.9381

## CALICATA03

CALICATA 03	M1
% Grava	0.00%
% Arena	79.41%
% Arcilla	20.59%
D60	0.1830
D30	0.1349
D10	0.1101
Cu	1.6615
Cc	0.9034

## LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO. NTP 339.129 (ASTM D 4318)

SPT01

SPT 01	M1
LL	30.88%
LP	18.29%
IP	12.60%

SPT02

SPT 02	M1
LL	23.34%
LP	16.62%
IP	6.72%

SPT03

SPT 03	M1
LL	21.85%
LP	17.17%
IP	4.68%

SPT05

SPT 05	M1	M2
LL	35.20%	34.41%
LP	20.43%	17.20%
IP	14.77%	17.21%

CALICATA01

CALICATA 01	M1	M2	M3	M4
LL	21.69%	26.86%	26.07%	25.79%
LP	2.03%	17.94%	18.46%	19.70%
IP	19.66%	8.92%	7.62%	6.08%

CALICATA02

CALICATA 02	M1	M2	M3
LL	31.42%	40.59%	24.80%
LP	19.77%	21.63%	19.86%
IP	11.65%	18.96%	4.94%

CALICATA03

CALICATA 03	M1
LL	27.34%
LP	22.44%
IP	4.90%

**CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS. NTP 339.134 (ASTM D 2487)**

SPT01

SPT 01	M1
SUCS	SC
AASHTO	A - 6 [ 4 ]

SPT02

SPT 02	M1
SUCS	SC
AASHTO	A - 2 - 4 [ 0 ]

SPT03

SPT 03	M1
SUCS	SC
AASHTO	A - 2 - 4 [ 0 ]

SPT04

SPT 04	M1	M2
SUCS	SP - SC	SC
AASHTO	A - 2 - 4 [ 0 ]	A - 6 [ 4 ]

SPT05

SPT 05	M1	M2
SUCS	SC	SC
AASHTO	A - 2 - 6 [ 0 ]	A - 6 [ 6 ]

SPT6

SPT 06	M1	M2
SUCS	SP - SC	SC
AASHTO	A - 2 - 4 [ 0 ]	A - 4 [ 3 ]

CALICATA01

CALICATA01	M1	M2	M3	M4
SUCS	SC	SC	SC	SP - SC
AASHTO	A - 2 - 6 [ 1 ]	A - 2 - 4 [ 0 ]	A - 2 - 4 [ 0 ]	A - 2 - 4 [ 0 ]

CALICATA02

CALICATA02	M1	M2	M3
SUCS	SC	SC	SC
AASHTO	A - 2 - 6 [ 1 ]	A - 7 - 6 [ 7 ]	A - 2 - 4 [ 0 ]

CALICATA03

CALICATA03	M1
SUCS	SM
AASHTO	A - 2 - 4 [ 0 ]

**PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE SÓLIDOS. NTP 339.131 (ASTM D 854)**

SPT01

SPT 01	M1
Gs	2.7 gr/cm <sup>3</sup>

SPT04

SPT 04	M1
Gs	2.5 gr/cm <sup>3</sup>

SPT05

SPT 05	M1
Gs	2.5 gr/cm <sup>3</sup>

SPT06

SPT 06	M1
Gs	2.4 gr/cm <sup>3</sup>

CALICATA01

CALICATA01	M1	M2	M3	M4
Gs	2.6 gr/cm <sup>3</sup>	2.5 gr/cm <sup>3</sup>	2.4 gr/cm <sup>3</sup>	2.5 gr/cm <sup>3</sup>

CALICATA02

CALICATA02	M1	M2	M3
Gs	2.4 gr/cm <sup>3</sup>	2.5 gr/cm <sup>3</sup>	2.5 gr/cm <sup>3</sup>

CALICATA03

CALICATA03	M1
Gs	2.8 gr/cm <sup>3</sup>

**PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO. NTP 339.139 (BS 1377)**

CALICATA01

CALICATA01	M3
Gs	1.9 gr/cm <sup>3</sup>

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO. NTP. 339.141 (ASTM D 1557)**

CALICATA01

CALICATA01	M1
MDS	1.9 gr/cm <sup>3</sup>
OCH	14.50%

**CORTE DIRECTO. NTP.339.171 (ASTM D 3080)**

CALICATA01

CALICATA01	M1
Cohesión	0.748 kg/cm <sup>2</sup>
Ø	26.03 °

**CONTENIDO DE SALES. NTP 339.151 (BS 1377)**

CALICATA01

CALICATA01	M1	M2	M3	M4
Sales Solubles	1.70 %	1.80 %	1.10 %	0.10 %

CALICATA02

CALICATA02	M1	M2	M3
Sales Solubles	0.80 %	0.90 %	0.50 %

CALICATA03

CALICATA03	M1
Sales Solubles	0.60 %

**CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS. NTP 339.177 (AASHTO T 291)**

CALICATA01

CALICATA01	M2
Cloruros	0.88 %

CALICATA02

CALICATA02	M2
Cloruros	1.63 %

**COTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS. NTP 339.178 (AASHTO T 290)**

CALICATA01

CALICATA01	M2
Sulfatos	0.25 %

CALICATA02

CALICATA02	M2
Sulfatos	0.35 %

A continuación, se presentará un cuadro resumen donde se encuentren todos los resultados de los ensayos realizados en las muestras obtenidas por los seis SPT y las tres calicatas.

		SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4		SPT 5		SPT 6	
		M1	M1	M1	M1	M2	M1	M2	M1	M2
<b>Humedad</b>		16.07%	6.13%	6.88%	2.87%	11.33%	5.34%	10.24%	5.29%	8.56%
<b>Limites</b>	<b>LL</b>	30.88%	23.54%	21.85%	0.00%	29.23%	35.20%	34.41%	0.00%	0.00%
	<b>LP</b>	18.29%	16.62%	17.17%	0.00%	16.47%	20.43%	17.20%	0.00%	0.00%
	<b>IP</b>	12.60%	6.72%	4.68%	0.00%	12.76%	14.77%	17.21%	0.00%	0.00%
<b>Análisis Granulom</b>	% Gravas	0.21%	1.25%	0.00%	0.00%	3.10%	0.00%	0.00%	0.25%	5.30%
	% Arenas	49.85%	82.64%	86.72%	93.60%	47.42%	87.30%	50.01%	89.90%	46.42%
	% Arcilla y Limo	49.94%	16.12%	13.28%	6.40%	49.48%	12.70%	49.99%	9.85%	48.28%
<b>Clasificación SUCS</b>		SC	SC	SC	SP - SC	SC	SC	SC	SP - SC	SC
<b>Clasificación AASHTO</b>		A - 6 ( 4 )	A - 2 - 4(0)	A - 2 - 4(0)	A - 2 - 4(0)	A - 6 ( 4 )	A - 2 - 6(0)	A - 6 ( 6 )	A - 2 - 4(0)	A - 4 ( 3 )
<b>Gravedad específica</b>		2.7 gr/cm3	-	-	2.5 gr/cm3	-	2.5 gr/cm3	-	2.4 gr/cm3	-
<b>Peso volumétrico</b>		-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sales Solubles</b>		-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cloruros</b>		-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Sulfatos</b>		-	-	-	-	-	-	-	-	-

		C1				C2			C3
		M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M1
<b>Humedad</b>		5.04%	7.80%	7.08%	6.66%	5.86%	13.83%	8.63%	5.95%
<b>Limites</b>	<b>LL</b>	21.69%	26.86%	26.07%	25.79%	31.42%	40.59%	24.80%	27.34%
	<b>LP</b>	2.03%	17.94%	18.46%	19.70%	19.77%	21.63%	19.86%	22.44%
	<b>IP</b>	19.66%	8.92%	7.62%	6.08%	11.65%	18.96%	4.94%	4.90%
<b>Análisis Granulom</b>	% Gravas	3.23%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	1.07%	0.00%	0.00%
	% Arenas	74.38%	77.45%	83.01%	89.93%	77.94%	49.35%	68.65%	79.41%
	% Arcilla y Limo	22.39%	22.53%	16.99%	10.07%	22.06%	49.58%	31.35%	20.59%
<b>Clasificación SUCS</b>		SC	SC	SC	SP - SC	SC	SC	SC	SM
<b>Clasificación AASHTO</b>		A - 2 - 6(1)	A - 2 - 4(0)	A - 2 - 4(0)	A - 2 - 4(0)	A - 2 - 6(1)	A - 7 - 6(7)	A - 2 - 4(0)	A - 2 - 4(0)
<b>Gravedad específica</b>		2.6 gr/cm3	2.5 gr/cm3	2.4 gr/cm3	2.5 gr/cm3	2.4 gr/cm3	2.5 gr/cm3	2.5 gr/cm3	2.8 gr/cm3
<b>Peso volumétrico</b>		-	-	1.9 gr/cm3	-	-	-	-	-
<b>Sales Solubles</b>		1.70 %	1.80 %	1.10 %	0.10 %	0.80 %	0.90 %	0.50 %	0.60 %
<b>Cloruros</b>		-	0.88 %	-	-	-	1.63 %	-	-
<b>Sulfatos</b>		-	0.25 %	-	-	-	0.35 %	-	-

## MÉTODO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR SPT. NTP 339.133 (ASTM D 1586)

SPT01

SPT 01					
Profundidad	$N_f$	$N_{60}$	$q_{adn}$	$\Phi$	S
1.20 m - 1.65 m	17	22.1	2.42 kg/cm <sup>2</sup>	37.1 °	0.77 pulg
1.65 m - 2.10 m	63	69.9	7.64 kg/cm <sup>2</sup>	53.0 °	0.77 pulg
2.10 m - 2.55 m	81	79.6	8.70 kg/cm <sup>2</sup>	55.8 °	0.77 pulg
2.55 m - 3.00 m	100	89.2	9.75 kg/cm <sup>2</sup>	58.4 °	0.77 pulg

SPT02

SPT 02					
Profundidad	$N_f$	$N_{60}$	$q_{adn}$	$\Phi$	S
1.20 m - 1.65 m	20	28.2	4.28 kg/cm <sup>2</sup>	39.5 °	1.06 pulg
1.65 m - 2.10 m	90	108.1	16.41 kg/cm <sup>2</sup>	63.9 °	1.06 pulg
2.10 m - 2.55 m	99	105.4	16.00 kg/cm <sup>2</sup>	63.1 °	1.06 pulg
2.55 m - 3.00 m	100	96.7	14.67 kg/cm <sup>2</sup>	60.5 °	1.06 pulg

SPT03

SPT 03					
Profundidad	$N_f$	$N_{60}$	$q_{adn}$	$\Phi$	S
1.00 m - 1.45 m	15	23.2	3.51 kg/cm <sup>2</sup>	37.6 °	1.06 pulg
1.45 m - 1.75 m	65	83.3	12.64 kg/cm <sup>2</sup>	57.0 °	1.06 pulg

SPT04

SPT 04					
Profundidad	$N_f$	$N_{60}$	$q_{adn}$	$\Phi$	S
1.20 m - 1.65 m	30	42.6	6.47 kg/cm <sup>2</sup>	44.6 °	1.06 pulg
1.65 m - 2.10 m	62	75.2	11.40 kg/cm <sup>2</sup>	54.6 °	1.06 pulg
2.10 m - 2.55 m	86	92.4	14.02 kg/cm <sup>2</sup>	59.4 °	1.06 pulg
2.55 m - 3.00 m	100	97.5	14.80 kg/cm <sup>2</sup>	60.8 °	1.06 pulg

SPT05

SPT 05					
Profundidad	N <sub>f</sub>	N <sub>60</sub>	q <sub>adn</sub>	Φ	S
1.00 m - 1.30 m	59	91.9	13.94 kg/cm <sup>2</sup>	59.6 °	1.06 pulg

### 4.3 Licuación de suelos

Después de cumplir las condiciones estipuladas en la norma E.050 del reglamento nacional de edificaciones, sobre la licuación de suelos, se llegó al resultado de que no existía licuación, así como también se analizó el potencial de licuación por el número de los golpes del SPT dando un resultado negativo.

### 4.4 Análisis de cimentación

#### Cimentación continúa

qd	3.40 kg/cm <sup>2</sup>
----	-------------------------

#### Cimentación cuadrada

qd	4.15 kg/cm <sup>2</sup>
----	-------------------------

### 4.5 Análisis de la corrosividad atmosférica

#### Polución por cloruros

Estación de Ensayo	Código de Muestra	Gasto de AgNO <sub>3</sub> (ml)	Ppm de Iones Cloruros	Velocidad de Depósito (R)	Promedio de (R) (mg/m <sup>2</sup> .día)	Categoría de Polución por Iones Cloruro	Significado
PUERTO ETEN-1 (Ubicación: Calle Mario Pasco #105)	M-01	26.1	185.05	296.35	307.6	S3	Alta contaminación por iones cloruro
	M-02	26.83	190.22	304.64			
	M-03	28.35	201	321.9			
PUERTO ETEN-2 (Ubicación: Av. Dos de mayo Cuadra 7)	M-01	1.42	73.88	118.31	116.8	S2	Mediana contaminación por iones cloruro

#### Polución por dióxido de azufre

Estación de ensayo	Código de muestra	Absorbancia	Promedio de ABS	ppm de SO <sup>-2</sup> <sub>4</sub>	Ppm de SO <sub>2</sub>	Velocidad de depósito de SO <sub>2</sub> , R (mg/m <sup>2</sup> .día)	Categoría de polución (norma ISO 9223)	Significado	Distancia al mar
		(ABS)							(Km)
EE - CHIC-8 (Urb. Quiñones)	M-1	0.04	0.045	5.43	3.62	6.66	P <sub>0</sub>	Baja	10.1
	M-2	0.05							
EE - CHIC-11 (Grifo Mon)	M-1	0.07	0.074	8.77	5.85	10.77	P <sub>1</sub>	Media	10.4
	M-2	0.078							
EE - CHIC-13 (P. J. Santa Rosa)	M-1	0.047	0.046	5.52	3.68	6.78	P <sub>0</sub>	Baja	12.1
	M-2	0.045							
EE - CHIC-16 (Urb. San Juan)	M-1	0.045	0.043	5.14	3.43	6.31	P <sub>0</sub>	Baja	13.4

### TIEMPO DE HUMECTACIÓN

El tiempo de humectación en el distrito de Puerto Eten es de 6036 horas/año, por lo que pertenece a la categoría T4, según el cuadro de clasificación de tiempo de Humectación, según la norma ISO 9223.

### **CORROSIVIDAD ATMOSFÉRICA**

Luego de determinar la categoría de cada uno de los factores involucrados para el análisis de la corrosividad atmosférica, se pudo obtener que el grado de corrosividad en el distrito de Puerto Eten es C4 (alto) y C5 (muy alto), según la norma ISO 9223.

<b>Categorías</b>	<b>Corrosividad</b>
C1	Muy bajo
C2	Bajo
C3	Medio
C4	Alto
C5	Muy alto
Fuente: Norma ISO 9223	

### **4.6 Drenaje pluvial**

El caudal calculado para la cancha de fútbol será de 0.038 m<sup>3</sup>/s, mientras que las tribunas tendrán un caudal de 0.0092 m<sup>3</sup>/s, estos caudales determinaron el diámetro de las tuberías que desembocarán en las cloacas ya instaladas en el distrito de Puerto Eten, los diámetros son: Para la cancha de fútbol un diámetro de tubería de 9 pulgadas, mientras que para las tribunas un diámetro de 5”.

### **4.7 Predimensionamiento**

- a) El predimensionamiento obtenido en las vigas de las tribunas Occidente A, Occidente B, Oriente A y Oriente B, salieron dimensiones de 25cm x 50cm.
- b) Para el predimensionamiento de columnas obtenidas en las tribunas antes mencionados fueron de dimensiones de 25 cm x 25 cm.
- c) La losa aligerada fueron predimensionada para las 4 tribunas, arrojando un espesor de predominante de 30 cm.
- d) La losa maciza fue predimensionada y salió un espesor de 22.5 cm.

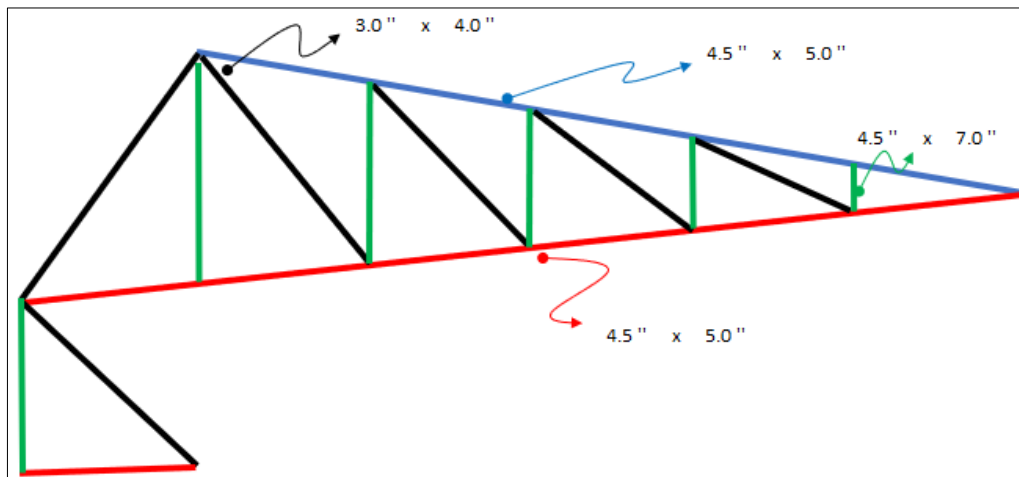
Todos los cálculos de estos resultados mencionados anteriormente están anexados

#### 4.8 Análisis sismorresistente

Todos los parámetros, así como también el análisis estático y dinámico y las verificaciones se encuentran los anexos de esta tesis.

#### 4.9 Análisis sismorresistente

Para realizar el diseño de la tensoestructura, primero se sacó un área tributaria de todas las membranas que componen la malla por el método del sobre. Así mismo se obtuvo una carga muerta, carga viva y vientos que actuaran en la malla de la tensoestructuras. El diámetro del cable de acero galvanizado que se utilizará para la tensoestructura será de 3/8" y para los elementos del tijeral de madera serán los que se muestran a continuación.



Fuente: Propia

Todos los cálculos de la tensoestructura se encuentran en los anexos de esta tesis.

#### 4.10 Diseño de vigas

El diseño por flexión de las vigas de las cuatro tribunas del estadio municipal "Julio Bravo", dieron como resultados esta relación de aceros que cumplan con las cuantías específicas.

2	Φ	3/4"			
2	Φ	3/4"	+	2	Φ 5/8"
2	Φ	3/4"	+	1	Φ 5/8"
2	Φ	3/4"	+	2	Φ 3/4"
2	Φ	3/4"	+	4	Φ 3/4"
2	Φ	1"			
2	Φ	1"	+	2	Φ 1"
2	Φ	1"	+	3	Φ 1"
2	Φ	1"	+	1	Φ 3/4"
2	Φ	1"	+	3	Φ 3/4"

Mientras que el diseño por cortante dio como resultado esta distribución de acero

N° Estribo 3/8"		
1	@	0.050
10	@	0.125
R	@	0.250

N° Estribo 3/8"		
1	@	0.050
9	@	0.150
R	@	0.300

La longitud de desarrollo (ld) y el traslape fue determinado de la tabla 12.1 del RNE E.060 y este es el resultado

#	φ (pulg)	φ (cm)	Ld (m)	Ld (cm)
4	1/2"	1.27	0.50	50
5	5/8"	1.59	0.63	65
6	3/4"	1.91	0.76	80
8	1"	2.54	1.25	130

**CLASE A E.060 12.15.1**

#	φ (pulg)	Lt (cm)
4	1/2"	50
5	5/8"	65
6	3/4"	80
8	1"	130

#### 4.11 Diseño de columnas

El diseño por flexo compresión de las columnas dio como resultado está cuantía de acero en todas las columnas de las cuatro tribunas del estadio Julio Bravo.

<b>As total =</b> 50.70 cm <sup>2</sup>
---

En X	2	∅	1	+	3	∅	1
En Y	2	∅	1	+	3	∅	1

El acero transversal de todas las columnas dio esta cuantía de acero

N° Estribo	3/8	
1	@	0.05
<b>7</b>	@	<b>0.10 m</b>
<b>R</b>	@	<b>0.30 m</b>

### 4.12 Diseño de losa aligerada

El diseño de la losa aligerada por flexión y por contracción y temperatura dio como resultado la siguiente cuantía de acero:

1	∅	1/2"		
1	∅	1/2"	+	1 ∅ 1/2"
1	∅	1/2"	+	1 ∅ 3/8"

Y para el refuerzo por contracción y temperatura dio como resultado la siguiente cuantía de acero con su respectivo espaciamiento

Usar:	<b>3</b>	∅	N°	<b>1/4</b>	@	25 cm
-------	----------	---	----	------------	---	-------

### 4.13 Diseño de escalera

A continuación, se mostrarán el refuerzo positivo, negativo y transversal respectivamente de la escalera para las cuatro tribunas.

As = 31.25 cm <sup>2</sup>	a = 1.84 cm
Usar:	<b>16</b> ∅ N° <b>5/8</b> @ <b>18.75 cm</b>
As = 31.77 cm <sup>2</sup>	

As = 15.62 cm <sup>2</sup>	a = 1.84 cm
Usar:	<b>13</b> ∅ N° <b>1/2</b> @ <b>23.08 cm</b>
As = 16.47 cm <sup>2</sup>	

As =	7.98 cm <sup>2</sup>	a =	0.00 cm
Usar:	<b>12</b> $\emptyset$ N° <b>3/8</b> @ <b>25.00 cm</b>		
As =	8.51 cm <sup>2</sup>		

#### 4.14 Muro de corte

El acero utilizado para el diseño de los muros de corte o placas son los siguientes:

Placa 01:

Horizontal					Vertical				
USAR	2	$\Phi$	1/2	@ 25cm	USAR	2	$\Phi$	3/8	@ 40cm

Placa 02:

Horizontal					Vertical				
USAR	2	$\Phi$	1/2	@ 25cm	USAR	2	$\Phi$	3/8	@ 40cm

Placa 03:

Horizontal					Vertical				
USAR	2	$\Phi$	1/2	@ 25cm	USAR	2	$\Phi$	3/8	@ 40cm

Placa 04:

Horizontal					Vertical				
USAR	2	$\Phi$	1/2	@ 25cm	USAR	2	$\Phi$	3/8	@ 40cm

## V. DISCUSIÓN

- Los puntos de investigaciones obtenidos de acuerdo con el reglamento fueron de 6 puntos en toda mi área de estudio. Al momento de realizar el SPT solo se pudo llegar a una profundidad de 3 metros en 3 perforaciones de SPT, debido a la dureza del terreno, por lo que se decidió para completar la cantidad de puntos de investigación haciendo calicatas, en las cuales si se pudo llegar a una profundidad de más de 3 metros.
- Se realizó el levantamiento topográfico para determinar las curvas de nivel y el perfil longitudinal para verificar las curvas de nivel que me proporcionó la municipalidad de Puerto Eten.
- La orientación del viento tiene un ángulo con respecto al norte de  $26^\circ$ , para lograr hacer que este viento se perpendicular a la cancha del estadio se procedió a girar el estadio con el fin de lograr una mayor perpendicularidad posible
- Se utilizó como material de los cables de la membrana acero galvanizado, debido al alto grado de corrosión existente en la zona de estudio. Este material escogido permitirá una protección del material frente a este grado de corrosión debido a su composición de acero y zinc
- Se utilizó como material en el tijeral que conformará la cubierta a la madera laminada, debido a que es un elemento estructural que tiene una buena funcionalidad en ambientes corrosivos.
- Se diseñó el tijeral con cargas de servicio, tal cual lo estipula la norma E.010.
- Se añadió a las tribunas del estadio Julio Bravo una carga por impacto dinámico producido por el movimiento en masas de las personas que utilizarán el recinto.
- En el diseño de vigas se utilizó doble capa de acero debido a que no entraban en el ancho de la misma.
- Se tomará como recubrimiento en todos los elementos estructural el 50% adicional debido a que se encuentra el estadio un lugar altamente corrosivo, tal cual lo estipula la norma RNE E.060

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- Del levantamiento topográfico se concluyó que el terreno es relativamente llano con una pendiente de 1.23% en 125.77 metros.
- Del estudio de drenaje pluvial se concluyó que el diámetro necesario para evacuar las aguas pluviales será de 9” y éstas se direccionarán a las cloacas existentes en la zona del proyecto.
- Del estudio de mecánica de suelos concluimos que el terreno está conformado por arena arcillosa de media plasticidad y un grado de exposición a los sulfatos severa.
- Del ensayo de SPT concluimos que el terreno tiene una capacidad portante admisible para la profundidad de cimentación de dos metros de 7.64 kg/cm<sup>2</sup> y que no se encontró nivel freático.
- Debido a las propiedades mecánicas del terreno la cimentación propuesta es una zapata con vigas de conexión a una profundidad de 2 metros por debajo del nivel +0.00.
- Del análisis químico y ambiental de la brisa marina se concluye que el grado de corrosividad en el aire es muy alto.
- Del análisis sísmico resistente se concluye que las cuatro tribunas del estadio “Julio bravo” tiene un sistema estructural pórtico en el eje “X” y dual tipo II en el eje “Y”.
- Del análisis de costos unitarios se determinó el presupuesto del proyecto de cada tribuna, concluyendo con los siguientes montos:  
Occidente A: S/ 1,795,159.78  
Occidente B: S/ 1,855,436.22  
Oriente A: S/ 1,800,038.29  
Oriente B: S/ 1,916,437.91
- De la evaluación de impacto ambiental se concluye que el factor ambiental más afectado es el aire y la tierra.

### 6.2 Recomendaciones

- Se recomienda para la medida de orientación del viento realizarlo en la mañana y en la tarde, debido a que las condiciones climatológicas pueden hacer varias el registro de medición de la orientación mencionada.
- Se recomienda trabajar con un cemento tipo V para la cimentación debido al grado de exposición a los sulfatos que tiene.

- Se recomienda trabajar con un cemento tipo I Ms Anti-salitre para el resto de los elementos estructurales del proyecto.
- Se recomienda pintar las conexiones de la tensoestructura con una base de zincromato para superficies de acero, debido al alto grado de corrosividad del ambiente.
- Se recomienda pintar los elementos de madera de la tensoestructura con un esmalte epóxico para realizar un correcto mantenimiento y elongar su vida útil.
- Se recomienda que la eliminación del material se realice en horarios donde no alteré el tráfico y la tranquilidad de la zona de influencia.
- Se recomienda que las soldaduras se realicen en un ambiente al aire libre, debido a que facilitará a tener una buena ventilación y renovación de aire.
- Se recomienda trabajar con maquinarias en buen estado para disminuir la contaminación al suelo debido al derrame de aceites y grasas. Asimismo, trabajar con silenciadores en todas las maquinarias para mitigar la contaminación acústica.

## VII. ANEXOS

### 7.1 Anexo N°1: Documentos

#### ANEXO N°1.1: Solicitud de constancia que el proyecto no se encuentra en el banco de proyectos de la Municipalidad distrital de Puerto Eten.



**"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"**

Chiclayo, 25 de Abril del 2017

**Arq. Miguel Ramírez Caldas**  
JEFE DIDUR DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO ETEN

**ASUNTO:** Solicito constancia

**REFERENCIA:** Proyecto de tesis denominado:  
"Análisis y diseño estructural del estadio municipal "Julio Bravo" del distrito de Puerto Eten, utilizando estructuras especiales"

De mi especial consideración.

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y la vez manifestarle lo siguiente:

Que, en calidad de alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica "Santo Toribio de Mogrovejo" de la ciudad de Chiclayo, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "Análisis y diseño estructural del estadio municipal "Julio Bravo" del distrito de Puerto Eten, utilizando estructuras especiales", motivo por el cual solicitamos a su digno despacho una **CONSTANCIA** que indique que el mencionado proyecto no se encuentra en el banco de proyectos de la Municipalidad Distrital de Puerto Eten.

Por lo expuesto, pido a usted acceder a mi petición antes mencionado

Atentamente.

  
Manuel Alonso Hidruago Barragán  
DNI: 72326484



**ANEXO N°1.2: Constancia que el proyecto no se encuentra en el banco de proyectos de la Municipalidad distrital de Puerto Eten.**

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO ETEN**  
R.U.C. 20191574665

Año del Buen Servicio al Ciudadano

EL DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ETEN PUERTO, PROVINCIA DE CHICLAYO – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

**CONSTANCIA:**

Que, el Sr. Sr. Mameel Alonso Hidrugo Barragan, identificado con DNI N° 72826484, con domicilio en la Calle Cesar Vallejo N° 159 – Urb. Arturo Cabrajas Falla – Chiclayo, quien solicita constancia donde se especifique que el Proyecto "Análisis y Diseño Estructural del Estadio Municipal Julio Bravo del Distrito de Puerto Eten no está incluido en el Banco de Proyectos de la Municipalidad, el Área de DIDU representada por mi persona Arquitecto Miguel Roberto Ramírez Caldas HACE CONSTAR que el proyecto antes mencionado no se encuentra en el Banco de Proyectos de la Municipalidad Distrital de Puerto Eten.

Agradeciendo su atención a la presente, me despido de Ud.

Puerto Eten, 03 de Mayo del 2017

*[Signature]*  
Miguel Roberto Ramírez Caldas  
Arquitecto



**ANEXO N°1.3: Solicitud de autorización de acceso a información y permiso para poder realizar estudios de mecánica de suelos.**



**“AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO”**

Chiclayo, 25 de Abril del 2017

**Arq. Miguel Ramírez Caldas**

JEFE DIDUR DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO ETEN

**ASUNTO:** Solicito autorización de acceso a información y permiso para poder realizar estudios de mecánica de suelos

**REFERENCIA:** Proyecto de tesis denominado:

“Análisis y diseño estructural del estadio municipal “Julio Bravo” del distrito de Puerto Eten, utilizando estructuras especiales”


De mi especial consideración.

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y la vez manifestarle lo siguiente:

Que, en calidad de alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica “Santo Toribio de Mogrovejo” de la ciudad de Chiclayo, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado “Análisis y diseño estructural del estadio municipal “Julio Bravo” del distrito de Puerto Eten, utilizando estructuras especiales”, motivo por el cual solicitamos a su digno despacho una **AUTORIZACIÓN** respectiva para el acceso a información que se requiera y el permiso correspondiente para poder realizar estudios de mecánica de suelos en la zona donde se desarrollará el proyecto.

Por lo expuesto, pido a usted acceder a mi petición antes mencionado

Atentamente.

  
Manuel Alonso Hidruago Barragán  
DNI: 72326484

**ANEXO N°1.4: Autorización de acceso a información y permiso para poder realizar estudios de mecánica de suelos.**



**Año del Buen Servicio al Ciudadano**

**EL DEPARTAMENTO DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO DE LA  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ETEN PUERTO, PROVINCIA DE CHICLAYO –  
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**

**AUTORIZACIÓN**  
006-2017-MIDEP/IDU

Que, el Sr. Manuel Alonso Hidrugo Barragan, identificado con DNI N° 72526484, quien solicita autorización para tener acceso a información y permiso para poder realizar estudios de mecánica de suelos en el Estadio de Puerto Eten, habiéndose coordinado con el área de DIDU y teniendo en cuenta que el solicitante necesita realizar dichos estudios por ser requisito indispensable para la elaboración de su TESIS y poderla sustentar, se extiende la presente AUTORIZACION.

Agradeciendo su atención a la presente, me despido de Ud.

Eten Puerto, 03 de Mayo del 2017

## ANEXO N°1.5: Documento de constancia de entrega y visado de planos



**ANEXO N°1.6: Documento de clubs que activan en la liga distrital de futbol de ciudad Eten.**



LIGA DISTRITAL DE FUTBOL DE CIUDAD ETEN  
AFILIADA A LA FEDERACION PERUANA DE FUTBOL  
FUNDADO EL 15 DE ENERO DE 1975

**CLUBS QUE ACTIVAN EN LA LIGA**  
**DE FUTBOL DE CIUDAD ETEN**

- 1. BAHIA CLUB**
- 2. DIEGO FERRE**
- 3. ATLETICO GRAU**
- 4. JUVENTUD UNIDA**
- 5. ALFONSO UGARTE**
- 6. PEDRO RUIZ GALLO**
- 7. DEPORTIVO JUNIN**
- 8. ATLETICO HUASCAR**
- 9. JUAN SEMINARIO**
- 10. MARISCAL CASTILLA**

LIGA DISTRITAL DE FUTBOL  
CIUDAD ETEN

SECRETARIO

LIGA DISTRITAL DE FUTBOL  
CIUDAD ETEN  
PRESIDENTE

# ANEXO N°1.7: Declaración Jurada



“AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO”

## DECLARACION JURADA

Yo, MANUEL ALONSO HIDRUGO BARRAGÁN, identificado con DNI N° 72326484, código universitario: 121CV35027, con domicilio en la Calle César Vallejo 159 Urb. Arturo Cabrejos Falla del Distrito de Chiclayo, alumno de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, declaro bajo juramento tener conocimiento que el proyecto de tesis denominado “Análisis y Diseño estructural de estadio municipal “Julio Bravo” del distrito de Puerto Eten, 2017” no ha sido ni viene siendo realizado por ninguna persona o institución, sometiéndose a las sanciones que tiene la Universidad, por lo cual se firma el presente documento en señal de veracidad

DOCUMENTO NO REDACTADO EN LA NOTARIA

Chiclayo, 02 de Mayo del 2017




Manuel Alonso Hidrugo Barragán  
DNI: 72326484



CERTIFICO: QUE LA FIRMA QUE APARECE CORRESPONDE  
A: Manuel Alonso Hidrugo Barragan  
QUIEN SUSCRIBIO EL PRESENTE DOCUMENTO EN MI  
PRESENCIA IDENTIFICANDOSE CON: 72326484  
EL NOTARIO NO ASUME RESPONSABILIDAD SOBRE EL CONTENIDO DEL DOCUMENTO  
CHICLAYO, 02 DE Mayo DEL 2017

JAIIME CÁRDENAS FONSECA  
NOTARIO - ABOGADO

## ANEXO N°1.7: Carta de necesidad de elaboración del proyecto



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO ETEN**  
**ALCALDIA**

*"Año del buen servicio al ciudadano"*

Puerto Eten, 08 de Junio de 2017

Señor  
ING. ANIBAL DIAZ ORREGO  
DIRECTOR DE ESCUELA DE ING. CIVIL AMBIENTAL  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
Chiclayo.-

**ASUNTO** : NECESIDAD DE ELABORACIÓN DE PROYECTO

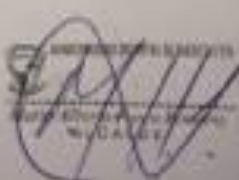
**Ref.** : Proyecto de tesis "Análisis y diseño estructural del estadio municipal "Julio Bravo" del distrito de Puerto Eten, utilizando estructuras especiales, 2017"

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Usted para saludarlo muy cordialmente, y a la vez, aprovecho la oportunidad para hacer de su conocimiento que el Proyecto denominado "Análisis y diseño estructural del estadio municipal Julio Bravo del distrito de Puerto Eten, utilizando estructuras especiales, 2017", es una necesidad de la Municipalidad de Puerto Eten, para el servicio a la comunidad y que viene considerándose desde hace mucho tiempo y que además cabe señalar que no se encuentra ejecutada ni cuenta con el Expediente técnico hasta la fecha de redacción de este documento.

Sin otro particular, me despido de usted.

Atentamente:



## 7.2 Anexo N°2: Cuadros

### ANEXO N°2.1: Disponibilidad de Infraestructuras deportivas año 2010

ESCENARIOS	MUNICIPALES	IPD
Estadios	1346	54
Complejos Deportivos	826	39
Parque Zonales	320	0
Losas Multideportivas	3133	0
Losas de Fulbito	1587	0
Losas de Basquetbol	242	0
Losas de Voleibol	362	0
Piscinas	352	7
Gimnasios	45	0
Coliseos Deportivos	32	24
Kartodromos	-	2
Terrenos	-	70
Otros	40	*14

Fuente: IPD – Plan Nacional del Deporte

### ANEXO N°2.2: Población del Distrito de Puerto Eten

DISTRITO	AÑO	POBLACIÓN
Puerto Eten	2000	2531
	2001	2517
	2002	2501
	2003	2477
	2004	2452
	2005	2428
	2006	2402
	2007	2238

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007

**ANEXO N°2.3: Población total del distrito de Puerto Eten, por sexo y edades simples**

EDADES SIMPLES	TOTAL	POBLACIÓN		TOTAL
		HOMBRES	MUJERES	
Distrito ETEN PUERTO	2238	1073	1165	2238
Menores de 1 año	40	20	20	40
De 1 a 4 años	145	67	78	145
De 5 a 9 años	178	93	85	178
De 10 a 14 años	194	103	91	194
De 15 a 19 años	200	100	100	200
De 20 a 24 años	169	85	84	169
De 25 a 29 años	145	65	80	145
De 30 a 34 años	132	68	64	132
De 35 a 39 años	155	65	90	155
De 40 a 44 años	156	73	83	156
De 45 a 49 años	126	50	76	126
De 50 a 54 años	108	43	65	108
De 55 a 59 años	97	46	51	97
De 60 a 64 años (075)	105	57	48	105
De 65 y más años (081)	288	138	150	288
Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda				

**ANEXO N°2.4: Número de estudiantes de la diferentes I.E del Distrito de Puerto Eten**

NOMBRE	NIVEL	DIRECCIÓN	N.º APROXIMADO DE ALUMNOS
Colegio Antonio García y García	Secundaria	Av. Dos de Mayo	109
I.E Virgen María 10049	Primaria	Avenida San Martín 105	77
I.E 10048	Primaria	Ca. Juan Fanning 13	24
Inicial 018 Dios y Sabiduría	Inicial	Ca San Pedro 204	89
TOTAL			299
Fuente: Municipalidad distrital de Puerto Eten			

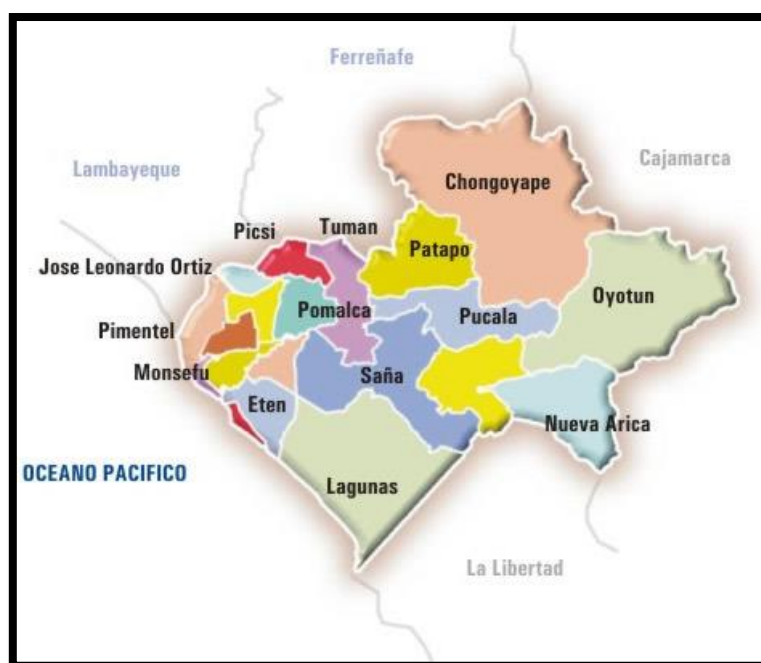
## ANEXO N°2.5: Cuadro de incidencias delictivas en el distrito de Puerto Eten

AÑO	ROBOS	ALCOHOLISMO Y CONSUMO DE DROGAS	VIOLENCIA FAMILIAR	OTROS	TOTAL
2012	91	48	52	8	199
2015	105	55	23	15	198
2016	143	86	35	16	280

Fuente: Comisaria PNP del distrito de Puerto Eten

### 7.3 Anexo N°3: Imágenes

#### ANEXO N°3.1: Ubicación geográfica del Distrito de Puerto Eten en la provincia de Chiclayo



Fuente: Google imágenes

### ANEXO N°3.2: Mapa distrital de Puerto Eten



Fuente: Google maps

### ANEXO N°3.3: Ubicación del terreno para el estadio



Fuente: Google maps

### **ANEXO N°3.3: Visita a la zona del proyecto**



Fuente: Propia

### **ANEXO N°3.4: Visita a la zona del proyecto**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.5: Visita a la zona del proyecto**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.6: Terreno destinado para el Estadio en el Distrito de Puerto Eten**

**Fuente: Propia**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.7: Desnivel del terreno donde se realizará el proyecto**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.8: Distrito de Puerto Eten afectado por el fenómeno del niño costero, febrero 2017**



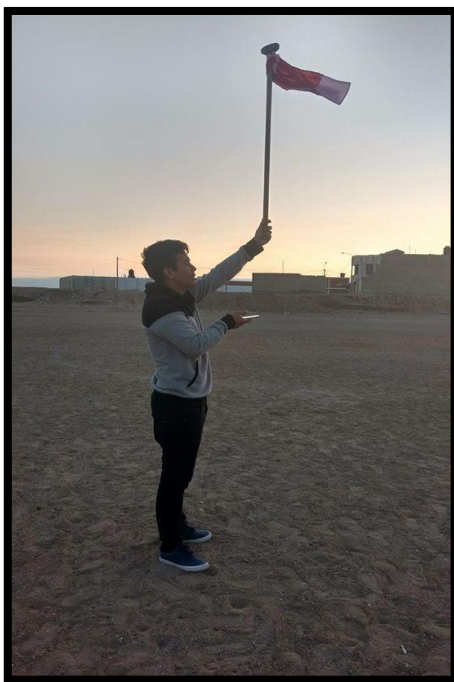
Fuente: Municipalidad Distrital de Puerto Eten

**ANEXO N°3.9: Orientación del viento en dirección SE a NE, con un ángulo aprox con respecto al norte de 25°, en horario diurno.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.10: Orientación del viento en dirección SE a NE, con un ángulo aprox con respecto al norte de 26°, en horario matutino**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.11: Instalación de equipo para el ensayo de Penetración Estándar SPT 01 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.12: Ensayo de Penetración Estándar SPT 01 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



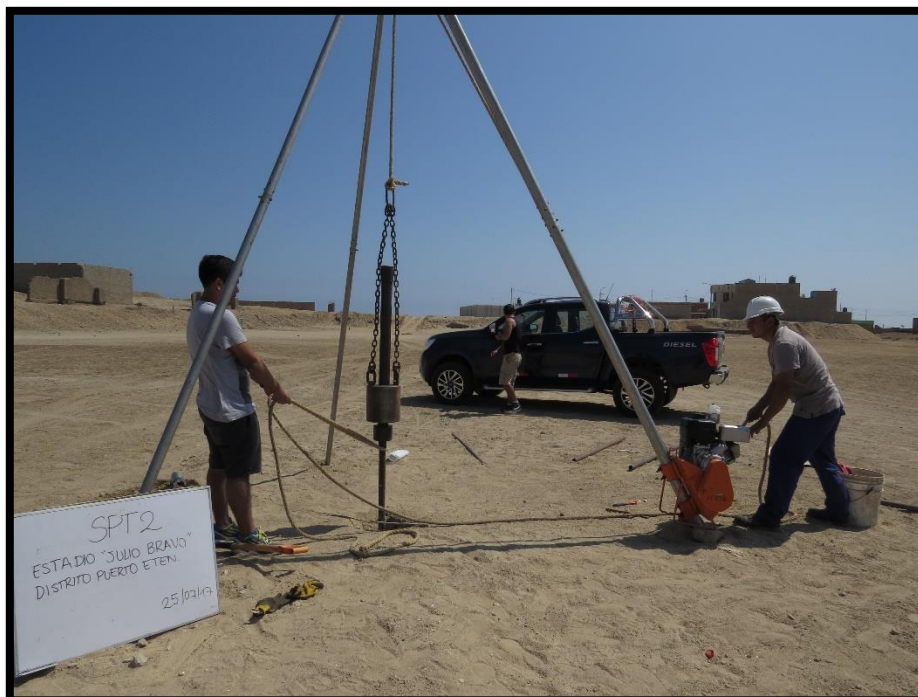
Fuente: Propia

**ANEXO N°3.13: Extracción de muestra del ensayo de Penetración Estándar SPT 01 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.14: Ensayo de Penetración Estándar SPT 02 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.15: Extracción de muestra del ensayo de Penetración Estándar SPT 02 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.16: Extracción de muestra del ensayo de Penetración Estándar SPT 02 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.17: Ensayo de Penetración Estándar SPT 03 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.18: Extracción de muestra del ensayo de Penetración Estándar SPT 03 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.19: Ensayo de Penetración Estándar SPT 04 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.20: Extracción de muestra del ensayo de Penetración Estándar SPT 04 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.21: Realización de calicata 01 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.22: Extracción de muestras de calicata 01 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.23: Realización de calicata 02 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.24: Realización de calicata 03 en el Estadio Municipal Julio Bravo, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.25: Peso de muestras húmedas para determinar el contenido de humedad**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.26: Muestras húmedas pesadas para determinar el contenido de humedad.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.27: Muestras metidas al horno por 24 horas para determinar el contenido de humedad.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.28: Extracción de muestras secas al horno por 24 horas.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.29: Lavado de muestras para realizar el ensayo de granulometría.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.30: Muestras lavadas medidas al horno para realizar la granulometría.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.31: Tamices utilizados para el ensayo de granulometría.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.32: clasificación de muestra según tamices.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.33: Preparación de las muestras con agua destilada para dejarlas saturar por 24 horas para el ensayo de límites de Atterberg.**



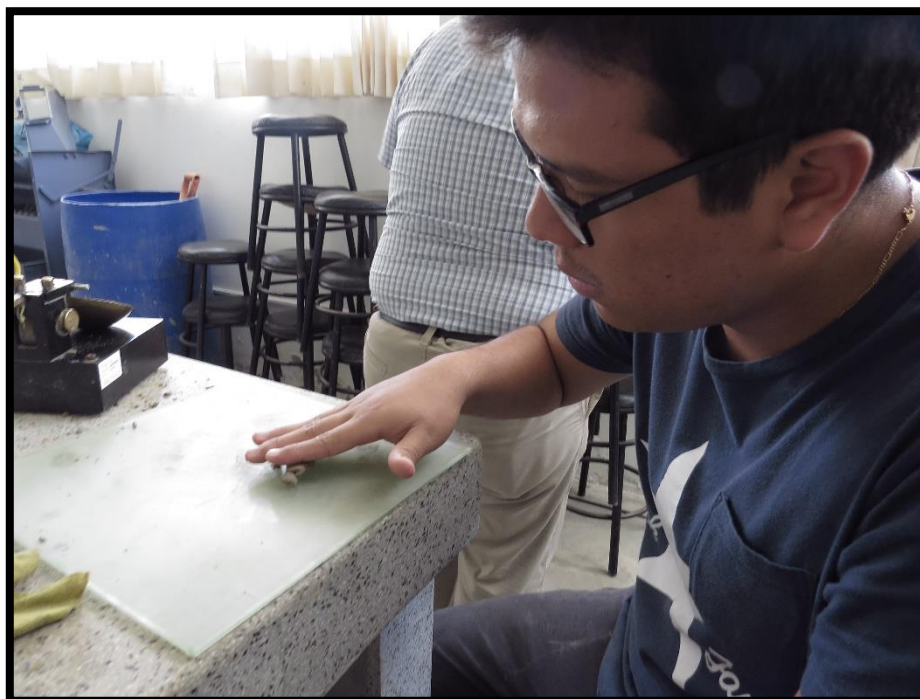
Fuente: Propia

**ANEXO N°3.34: Ensayo de límite líquido, preparación de muestras en la cuchara de Casa Grande para el conteo de los números de golpes.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.35: Ensayo de límite plástico, preparación de muestra para formar rollitos de 3mm de diámetro.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.36: Muestras del ensayo límite líquido y límite plástico.**



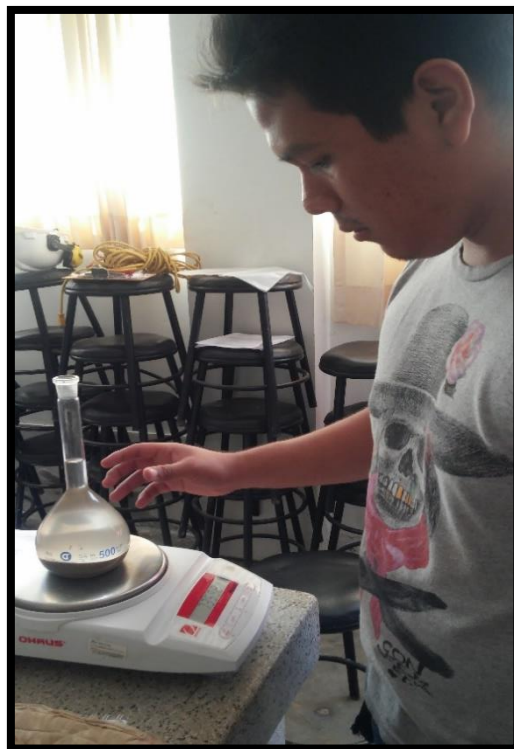
Fuente: Propia

**ANEXO N°3.37: Muestras del ensayo Límite líquido y límite plástico metidas al horno por 24 horas.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.38: Peso de fiola, agua destilada y muestra que pasa el tamiz N°10 para realizar el ensayo de gravedad específica.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.39: Colocación de fiola con muestra y agua destilada en agua hervida.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.40: Agitación de fiola para la eliminación de poros de aire de la muestra.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.41: Peso de muestra tallada para realización del ensayo de Peso Volumétrico.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.42: Muestra tallada sumergida en agua.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.43: Preparación de muestra para el ensayo de Proctor Modificado.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.44: Se vertió distintas cantidades de agua a la muestra para alcanzar distintas humedades.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.45: Ensayo de Proctor Modificado, aplicando 35 golpes en cada capa de muestra.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.46: Peso del molde de Proctor Modificado y muestra.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.47: Preparación de muestra en molde para ensayo de Corte Directo.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.48: Toma de datos de la máquina de Corte Directo.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.48: Muestras pasadas por el tamiz N°10 para la realización del ensayo de contenido de sales totales.**



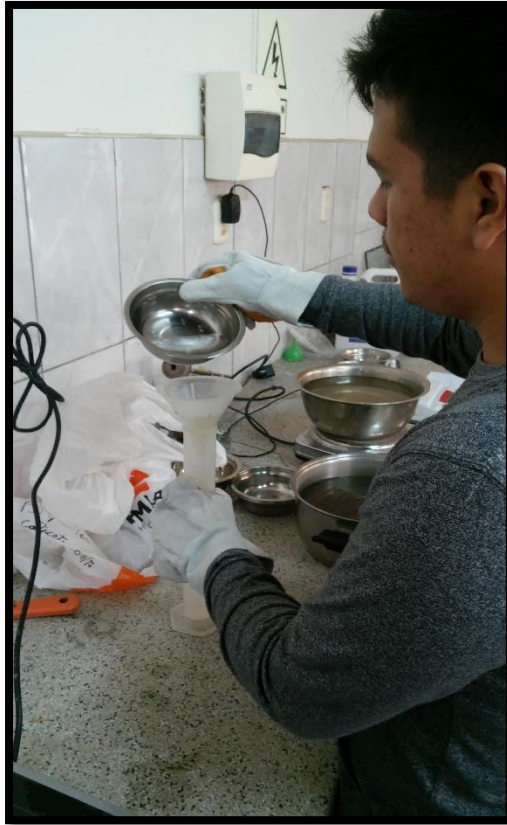
Fuente: Propia

**ANEXO N°3.49: Muestras saturadas por 24 horas con agua destilada.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.50: Vaciar agua hervida con contenido de sales a través del papel filtro.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.50: Colocación del agua hervida en Viker.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.51: Colocación de los vikers al horno por 24 horas.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.52: Preparación de los captadores de Iones Cloruros.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.52: Preparación de los captadores de Iones Cloruros.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.52: Preparación de los captadores de Iones Cloruros.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.53: Preparación de la solución captadora de Cloruros.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.53: Preparación de la solución captadora de Cloruros.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.54: Solución captadora de Cloruros.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.55: Preparación de los captadores en la zona de estudio, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.56: Instalación y exposición de mechero a la atmósfera en la estación 1, distrito de Puerto Eten.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.57: Instalación y exposición de mechero a la atmósfera en la estación 2, distrito de Puerto Eten.**



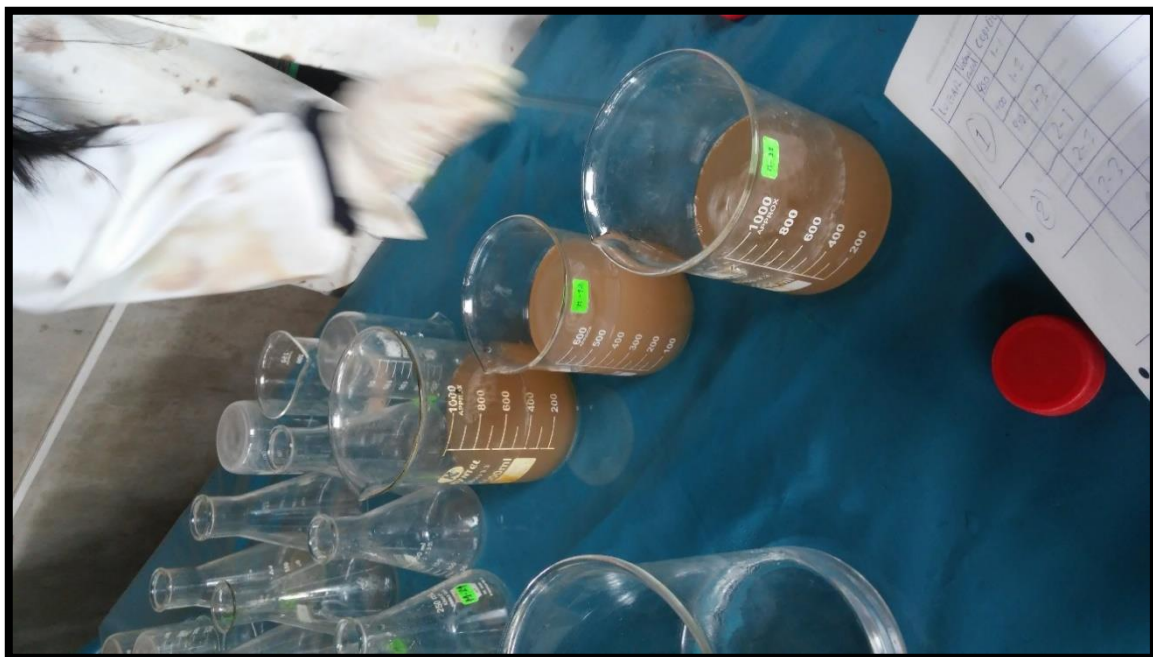
Fuente: Propia

**ANEXO N°3.58: Retiro de captadores de Cloruros después de 30 días.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.59: Solución captadora de Cloruros llevada a laboratorio para su análisis.**



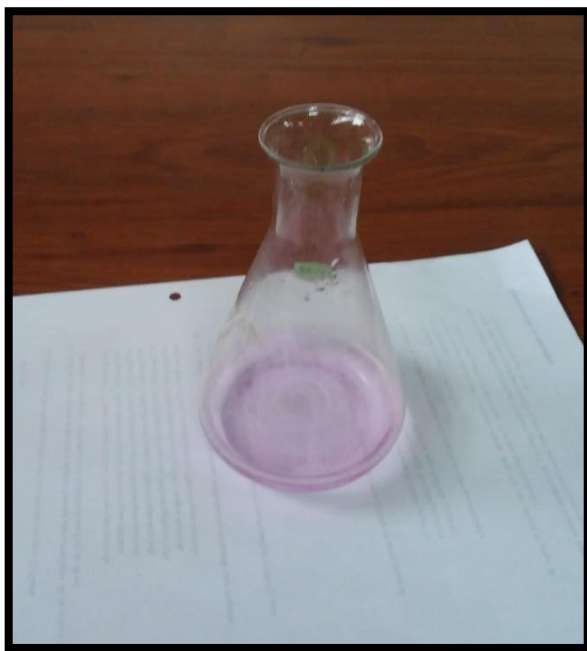
Fuente: Propia

**ANEXO N°3.60: Solución captadora de Cloruros filtrada, utilizando papel filtro**



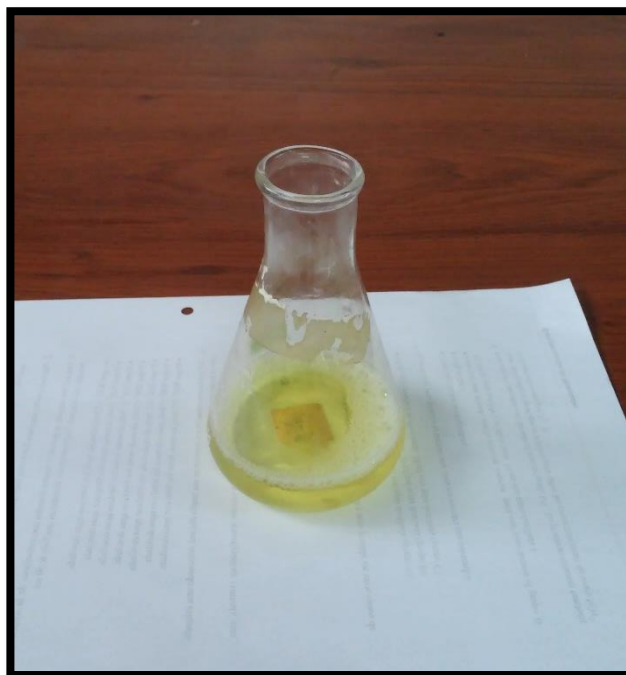
Fuente: Propia

**ANEXO N°3.61: Solución captadora de Cloruros neutralizada.**



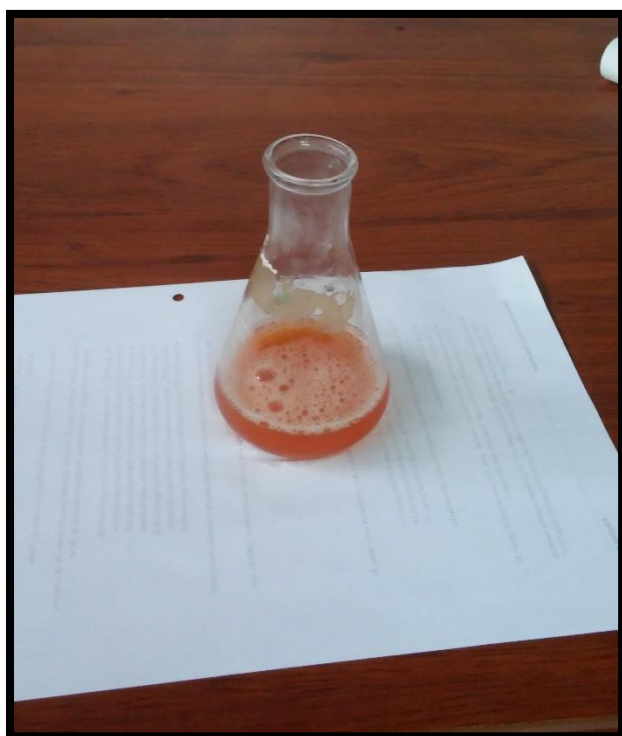
Fuente: Propia

**ANEXO N°3.62: Solución captadora de Cloruros con Cromato de Potasio.**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.63: Solución captadora de Cloruros titulada con Nitrato de Plata( $\text{AgNO}_3$ )**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.64: Drenaje pluvial ubicado muy cerca de la zona del proyecto**



Fuente: Propia

**ANEXO N°3.65: LAS PRECITACIONES SON DISIPADAS POR LAS CLOACAS Y DERIVADAS AL MAR**



Fuente: Propia