

Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**TESIS**

**Aplicación de la Metodología BIM en un Diseño  
Sismorresistente de una Infraestructura Educativa  
mediante el Análisis Lineal y No Lineal**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA CIVIL**

**Autor:**

**Bach. Vega Bravo Grecya Carolyn**  
**<https://orcid.org/0000-0002-3736-1040>**

**Asesor:**

**Mg. Villegas Granados Luis Mariano**  
**<https://orcid.org/0000-0001-5401-2566>**

**Línea de Investigación:**

**Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2023**

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO  
SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE  
EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL**

**Aprobación del jurado**

---

MG. ROJAS HERRERA HELEM

**Presidente de Jurado de Tesis**

---

MG. ORDINOLA LUNA EFRAÍN

**Secretario de Jurado**

---

MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

**Vocal de Jurado**



Universidad  
Señor de Sipán


## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresada del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>NÚMERO DE DOCUMENTO DE IDENTIDAD</b>	<b>FIRMA</b>
Vega Bravo Grelya Carolyn	75854439	

Pimentel, 12 de mayo del 2023

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a mi madre Lucrecia Bravo y abuelos Mercedes Bravo y Rosalía de los Santos por enseñarme a luchar cada día para seguir el camino correcto. A mis hermanos, padre y familiares por brindarme su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera.

Vega Bravo Grecya Carolyn



## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por haberme dado la fortaleza para seguir adelante y por haber cuidado de mí y de mi familia.

A mi padre por haberme dado la oportunidad de emprender estudios universitarios y culminar con éxito. A mi familia por darme ánimos de seguir avanzando en la etapa profesional.

Vega Bravo Grecya Carolyn

## Índice

<i>Dedicatoria</i> .....	<i>iv</i>
<i>Agradecimiento</i> .....	<i>v</i>
<i>Índice de tablas</i> .....	<i>vii</i>
<i>Índice de figuras</i> .....	<i>ix</i>
<i>Resumen</i> .....	<i>xii</i>
<i>Abstract</i> .....	<i>xiii</i>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
1.1. Realidad Problemática.....	14
1.2 Formulación del Problema.....	23
1.3. Hipótesis.....	23
1.4. Objetivos.....	23
1.5. Teorías Relacionadas.....	24
<b>II. MÉTODO</b> .....	<b>59</b>
2.1. Tipo y Diseño de la Investigación .....	59
2.2. Variables, Operacionalización .....	59
2.3. Población y Muestra .....	62
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	62
2.5. Procedimiento de análisis de Datos.....	63
2.6. Criterios Éticos .....	65
<b>III. RESULTADOS</b> .....	<b>66</b>
3.1. Resultados.....	66
<b>IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>124</b>
4.1. Conclusiones .....	124
4.2. Recomendaciones.....	127

<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>128</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>133</b>

**Índice de tablas**

<b>Tabla I .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla II .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla III .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla IV .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla V .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla VI.....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla VII.....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla VIII.....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla IX.....</b>	<b>72</b>
<b>Tabla X.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla XI.....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla XII.....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla XIII.....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla XIV .....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla XV .....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla XVI .....</b>	<b>79</b>
<b>Tabla XVII .....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla XVIII .....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla XIX .....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla XX .....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla XXI .....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla XXII .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla XXIII .....</b>	<b>82</b>

<b>Tabla XXIV</b> .....	82
<b>Tabla XXV</b> .....	83
<b>Tabla XXVI</b> .....	84
<b>Tabla XXVII</b> .....	84
<b>Tabla XXVIII</b> .....	85
<b>Tabla XXIX</b> .....	85
<b>Tabla XXX</b> .....	85
<b>Tabla XXXI</b> .....	86
<b>Tabla XXXII</b> .....	86
<b>Tabla XXXIII</b> .....	87
<b>Tabla XXXIV</b> .....	88
<b>Tabla XXXV</b> .....	89
<b>Tabla XXXVI</b> .....	92
<b>Tabla XXXVII</b> .....	94
<b>Tabla XXXVIII</b> .....	95
<b>Tabla XXXIX</b> .....	96
<b>Tabla XL</b> .....	98
<b>Tabla XLI</b> .....	99
<b>Tabla XLII</b> .....	103
<b>Tabla XLIII</b> .....	104

## Índice de figuras

<b>Fig. 1.</b> Esquema del levantamiento topográfico por radiación. [28] .....	24
<b>Fig. 2.</b> Determinación de la cortante en vigas. [38].....	32
<b>Fig. 3.</b> Determinación de la cortante en columnas. [38].....	32
<b>Fig. 4.</b> Determinación de momentos para el diseño en flexión de vigas. [38] .....	33
<b>Fig. 5.</b> Asentamiento de albañilería armada. [40] .....	34
<b>Fig. 6.</b> Composición del sistema de albañilería confinada. [40] .....	35
<b>Fig. 7.</b> Curva de Capacidad por sectores según SEAOC. [43] .....	36
<b>Fig. 8.</b> Determinación del punto de desempeño mediante el método de Espectros. [43]	38
<b>Fig. 9.</b> Conformación de los elementos constituyentes de la mampostería. [46] .....	41
<b>Fig. 10.</b> Vistas y composición del tipo de muro ensayado: (a) Vista en elevación, (b) vista en planta. [47].....	42
<b>Fig. 11.</b> Historia de desplazamientos del elemento ensayado. [47] .....	42
<b>Fig. 12.</b> Tipos de modelos idealizados. [48] .....	43
<b>Fig. 13.</b> Casos de formación de rótulas plásticas (a) solo en columnas de un entrepiso, (b) tanto en vigas y columnas de varios niveles y (c) primero en las vigas del edificio y posteriormente en las columnas, sobre la base. [49].....	44
<b>Fig. 14.</b> Efectos de una columna corta. [50] .....	44
<b>Fig. 15.</b> Falla por columna corta en edificios escolares peruanos. [43] .....	45
<b>Fig. 16.</b> Demostración de los Ensayos por carga lateral cíclica. [51].....	45
<b>Fig. 17.</b> Definición del estándar NBIM-US. [53] .....	49
<b>Fig. 18.</b> Niveles de madurez BIM. [9].....	50
<b>Fig. 19.</b> Mapa inicial de implementación BIM Singapur. [9] .....	51
<b>Fig. 20.</b> Líneas de tiempo de la adopción de BIM en el Perú. [54].....	52
<b>Fig. 21.</b> Formato de presentación del Nivel de Detalle LOD. [54].....	56
<b>Fig. 22.</b> Formato de presentación del Nivel de Información LOD. [54] .....	57
<b>Fig. 23.</b> Avances del nivel de Información. [54] .....	58
<b>Fig. 24.</b> Procedimiento para Análisis de Datos. ....	64

<b>Fig. 25.</b> Plano topográfico del terreno.....	68
<b>Fig. 26.</b> Modelo 3D de Estructuras software Etabs.....	76
<b>Fig. 27.</b> Construcción del espectro de pseudoaceleraciones por cada dirección de análisis. .....	84
<b>Fig. 28.</b> Curva esfuerzo-deformación del concreto confinado y sin confinar.....	91
<b>Fig. 29.</b> Curva elástica del acero corrugado.....	91
<b>Fig. 30.</b> Curva trilineal del muro de albañilería. [47].....	92
<b>Fig. 31.</b> Modelo 3D con asignación de modelos no lineales equivalentes. ....	93
<b>Fig. 32.</b> Curva de Capacidad y punto de desempeño con el ASCE/SEI 41-13 obtenido de Software: (a) Análisis en dirección x-x; y (b) Análisis en dirección y-y.....	94
<b>Fig. 33.</b> Curva Espectral de Capacidad Vs Espectro de Demanda (E-030 2018) obtenido de software: (a) Análisis en dirección x-x; y (b) Análisis en dirección y-y. ....	95
<b>Fig. 34.</b> Formación de Rótulas plásticas en el punto de desempeño: (a) Análisis en dirección x-x; y (b) Análisis en dirección y-y.....	96
<b>Fig. 35.</b> Espectro de Sismos de Demanda para un tipo de suelo flexible. ....	97
<b>Fig. 36.</b> Curva de Capacidad por niveles de desempeño (E-030 2018) obtenido de software: (a) Capacidad en dirección x-x; y (b) Capacidad en dirección y-y. ....	98
<b>Fig. 37.</b> Indicadores Locales de Daño de la estructura propuesta: (a) Columnas, (b) vigas, (c) placas y (d) muros de albañilería.....	101
<b>Fig. 38.</b> Simbología adaptada a los IDM extraída de la NTP-ISO-29481-1.....	105
<b>Fig. 39.</b> Esquema de procesos o flujo de trabajo de la parte designada.....	106
<b>Fig. 40.</b> Esquema de interacción de la parte designada. ....	107
<b>Fig. 41.</b> Esquema de transacción de la parte designada. ....	107
<b>Fig. 42.</b> Inserción de plantilla preconfigurada.....	108
<b>Fig. 43.</b> Modelo 3D Topográfico: (a) Entorno Revit; y (b) Entorno Endscape. ....	110
<b>Fig. 44.</b> Creación de referencias y vínculo de modelo: (a) Generación de niveles y ejes de referencia, y (b) Creación de vínculo para modelo arquitectónico. ....	111

<b>Fig. 45.</b> Modelado de losa aligerada: (a) Modelo de losa en Revit, y (b) Renderización 3D losa.....	112
<b>Fig. 46.</b> Modelos 3D: (a) Renderizado de Arquitectura - Endscape, (b) Estructuras Revit y (c) Estructuras Etabs. ....	113
<b>Fig. 47.</b> Armado de acero 3D: (a) Ajustes en nodos viga - columna, (b) Ajustes en vigas de cimentación .....	114
<b>Fig. 48.</b> Armado de encofrado en elementos de concreto armado: (a) Configuración con extensión de Dynamo, (b) Esquema de procesos en columnas, (c) Categorías de análisis. ....	115
<b>Fig. 49.</b> Modelo BIM Encofrados: (a) Automatización de Dynamo en Revit, (b) Visualización Endscape.....	116
<b>Fig. 50.</b> Modelo 3D Instalaciones Eléctricas: (a) Modelo 3D Revit, redes de iluminación y tomacorrientes, (b) Renderización 3D Endscape, Estructuras vs MEP.....	117
<b>Fig. 51.</b> Modelo 3D Revit, redes de agua fría y desagüe.....	118
<b>Fig. 52.</b> Puntos de conflictos entre Estructuras vs Instalaciones Sanitarias. ....	119
<b>Fig. 53.</b> Puntos de conflictos entre Estructuras vs Instalaciones Eléctricas.....	119
<b>Fig. 54.</b> Modelo 4D BIM generado en Naviswork. ....	120
<b>Fig. 55.</b> Tablas de planificación de obras preliminares y movimiento de tierras. ....	121
<b>Fig. 56.</b> Tablas de planificación de concreto en columnas. ....	122
<b>Fig. 57.</b> Exportación del modelo BIM de Naviswork. ....	123
<b>Fig. 58.</b> Aplicación móvil para visualización del modelo BIM de Naviswork.....	124

## Resumen

Las nuevas tecnologías de diseño en edificios que asocian directamente al ciclo de vida de proyecto, permiten establecer cambios en los procesos tradicionales de construcción. La digitalización y la implementación de la tecnología BIM promete muchos beneficios, los cuales dependen su eficiencia en la manera de cómo se realice el intercambio de datos durante el proceso de diseño, documentación del proyecto, construcción, mantenimiento y operación. El presente documento tiene como objetivo aplicar la metodología BIM en una propuesta de diseño de un edificio escolar, orientado a estimar el ciclo de vida con métodos analíticos de la ingeniería basada en desempeño. El procedimiento planteó 3 etapas de realización: (1) se determinan los parámetros básicos de proyecto; (2) se realiza la validación de la propuesta mediante métodos del PBEE (Performance Based Eartquake Engineering), (3) se implementa sistemáticamente las “ndimensiones BIM” (3D, 4D, 5D y 7D) en el modelo propuesto validado. Como resultado se obtuvo un modelo de información de cuatro niveles; que cumple estándares de seguridad para todo el ciclo de vida, conlleva información paramétrica no gráfica, interconectada a la cuantificación de materiales y costos, prevista de interferencias con otras especialidades, planificada mediante una construcción virtual y apta para procedimientos de monitoreo y mantenimiento post-construcción. Se concluye que ciertos procesos de modelado gráfica y no grafica pueden tornarse tediosos hasta el momento de crear completamente el modelo de información 3D BIM, desde este punto las herramientas BIM ofrecen potenciar la calidad de diseño de manera significativa para todo su ciclo de vida.

*Palabras clave:* BIM, modelo de información, ciclo de vida, desempeño.



## **Abstract**

New design technologies in buildings that are directly associated with the project life cycle allow for changes in traditional construction processes. The digitization and implementation of BIM technology promises many benefits, whose efficiency depends on the way in which data exchange is carried out during the design process, project documentation, construction, maintenance and operation. The objective of this document is to apply the BIM methodology in a design proposal for a school building, aimed at estimating the life cycle with analytical methods of performance-based engineering. The procedure proposed 3 stages of implementation: (1) the basic parameters of the project are determined; (2) the validation of the proposal is carried out using PBEE (Performance Based Earthquake Engineering) methods, (3) the "BIM dimensions" (3D, 4D, 5D and 7D) are systematically implemented in the validated proposed model. As a result, a four-level information model was obtained; that meets safety standards for the entire life cycle, involves non-graphical parametric information, interconnected to the quantification of materials and costs, foreseen interference with other specialties, planned through a virtual construction and suitable for post-construction monitoring and maintenance procedures . It is concluded that certain graphic and non-graphic modeling processes can become tedious until the moment of completely creating the 3D BIM information model, from this point the BIM tools offer to enhance design quality significantly throughout its life cycle.

*Keywords:* BIM, information model, life cycle, performance.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática.

La construcción sostenible está siendo un tema crucial en la actualidad, que implica la evaluación del ciclo de vida (LCA) de los productos de construcción, con la metodología tradicional es casi imposible, lograr mejores construcciones y uso sustentable de los recursos a través del tiempo, sin embargo, la tecnología BIM intenta encontrar una forma de simplificar entradas y salidas de datos para optimizar los resultados [1].

La coordinación que involucra el proceso de diseño tradicional, empezando desde la preparación del anteproyecto; es sumamente compleja y se requiere de mucho tiempo de aprobación y viabilidad de la idea del proyecto; del cual, para lograr la calidad del diseño, dependen de ciertos factores como la confiabilidad y precisión en su información de entrada [2].

Varios estudios mencionan el problema provocado de que BIM no se encuentre incluido en la mayoría de países como documento de contrato; de hecho, estas limitaciones se resumen en los protocolos BIM que conciernen a los potenciales riesgos legales; que son: estructura y política de contrato, relaciones y obligaciones contractuales, modelo BIM y seguridad de la información [3].

En países de Europa, como Reino Unido se ha comprobado que entre los años 2015 y 2019 el porcentaje de ingenieros y contratistas que trabajan con BIM se ha triplicado de 21% al 69%; y esto debido al uso obligatorio en todos los proyectos del sector público, por lo que la principal prioridad actual; según informes que miden el crecimiento de la implementación BIM, está en la mejora de desarrollo de habilidades digitales del sector infraestructura, que de optimizarse conllevaría a considerables aportes a la economía [4].

En lo que respecta a proyectos de origen público como el de infraestructura escolar existe una problemática de poder aplicar la metodología BIM, para mejorar la gestión y el

mantenimiento; y esto debido a que es obligatorio conocer su historia, los cuales incluyen: examen de planos, análisis de diseño estructural, investigación de técnicas y/o tecnologías de construcción y por su puesto el historial de las intervenciones llevadas a cabo en la escuela, de no contarse con tal información imposibilitaría los procedimientos de rehabilitación y reutilización de manera eficiente y rentable [5].

De registros anteriores de terremotos se han demostrado la letalidad que puede significar manejar ese tipo de situaciones; como el de Taiwán (1999) que fue golpeado por el terremoto de Chi-chi, donde seiscientos cincuenta y seis edificios escolares colapsaron o sufrieron daños; este evento generó conciencia sobre la importancia de la seguridad estructural de los edificios escolares [6].

En los recientes terremotos italianos, el daño sufrido por los edificios (tanto privados como públicos) ha sido la principal Nota de pérdidas y, en consecuencia, todo el sistema, en general, no arroja resistencia a largo plazo, el retorno a las condiciones normales solo se ha logrado con una inversión económica considerable, si estos recursos se hubieran utilizado en mitigación o mantenimientos, las políticas habrían producido un crecimiento económico significativo y hubieran evitado muchas víctimas [7].

La mitigación del riesgo sísmico para una población de estructuras críticas civiles vulnerables (por ejemplo, hospitales, escuelas y puentes) es un tema crucial para muchos gobiernos de regiones propensas a terremotos; además, debido a la crisis económica mundial, los recursos financieros limitados dificultan la rehabilitación sísmica completa de edificios enteros [8].

Del reporte anual IMD WCY de Lausana en Suiza, ubican al Perú en el puesto 55 de un total de 63 economías que se analizan; comparando dicho resultado desde el 2008 que se obtuvo el puesto 35, es que se logra distinguir el continuo descenso. Los grandes problemas que frenan la competitividad se asocian a la falta de calidad en infraestructura y poca eficiencia en los negocios. De manera similar en el foro global WEF; que identifica los retos a superar para la adecuación de estrategias del crecimiento económico en sus

respectivos países, ubica al Perú en el puesto 72 de 137 países. Dieciséis factores fueron impedimentos de crecimiento, del cual el principal está ligado a la corrupción en proyectos públicos de infraestructura [9].

En el 2015, un ejemplo de éxito en implementación BIM, fue con la construcción del edificio del Banco de la Nación en San Borja, el cual fue ejecutado por la empresa COSAPI. Las tecnologías que asociaron para la realización fueron; Revit, Lean Construction y Last Planner [10].

Existen muchas limitantes de aplicación de BIM en el Perú; entre ellas los procedimientos menos implementados son las de aplicación 4D BIM y 5D BIM, debido a que son pocas las empresas que se animan a tratar con nuevas herramientas de computador [11].

Los edificios escolares de tipo 780, son aquellos cuyos sistemas estructurales comprenden de pórticos de concreto y muros de albañilería confinada, los cuales se construyeron antes de 1997, estas edificaciones sufrieron fuertes daños en sismos y terremotos anteriores como Nazca-96, Arequipa-97 y Pisco-07, principalmente por la gran flexibilidad en el eje "x-x", que presentaba restricciones a desplazamientos [12].

Las escuelas de Lima a menudo se construyeron con malas prácticas de construcción debido a la falta de procedimientos regulados y supervisión de calidad estos problemas son muy comunes en la ciudad especialmente en construcciones ilegales; en muchas escuelas no se respetan las normas de seguridad (es decir, pasillos estrechos, rutas de evacuación que incluyen escaleras con parapetos bajos, nichos sin supervisión, callejones sin salida, definición y mantenimiento de áreas de seguridad y salidas de emergencia, etc.) [13].

En la región Lambayeque, aún se sigue utilizando el método tradicional de diseño de proyectos basados en paquetes CAD, lo cual conlleva a la poca eficiencia en la interacción y coordinación de información entre especialidades; más aún cuando se trata de obras de

gran envergadura. Esta situación se refleja en los problemas latentes durante la etapa de ejecución tales como; ampliaciones de plazo o incumplimiento de contrato en obra lo cual genera grandes pérdidas económicas para la parte que designa [14].

Como antecedentes de la presente investigación se tiene:

Los autores [5], en su investigación denominada: “BIM and energy efficient retrofitting in school buildings”, tuvo como objetivo presentar un proceso de simulación para mejorar tanto el mantenimiento como la gestión en edificios escolares, centrándose en sectores más sensibles como eficiencia energética y mejora continua estructural, bajo la tecnología reciente BIM . El procedimiento partió en realizar inspecciones, escaneo por elemento y almacenamiento de la información explorada; los resultados son modelados en interfaces BIM (modelo 3D actualizado) para así realizar la evaluación del desempeño residual. Concluyendo que la data base principal se resume en saber actualizar el historial de mantenimiento y el rendimiento real de la escuela, lo cual facilitaría la accesibilidad de datos a gerentes, ingenieros, diseñadores y personal técnico.

El autor [15], en su investigación: “Building Information Modeling (BIM) Applications in an education context”, tuvo como objetivo desarrollar modelos nD/BIM en diferentes etapas de aplicaciones como: 3D/BIM en coordinación de proyectos constructivos y análisis estructurales, 4D/BIM en planificaciones de construcción, 5D/BIM en toma de materiales compatibles, 6D/BIM en análisis energéticos y por último actividades de mantenimiento en modelo 7D/BIM. El flujo de trabajo consistió en determinar el grado de interoperabilidad del modelo 3D con las herramientas BIM (Revit, Sap 2000), determinar los conflictos y simular la programación de construcción (Naviswork), cuantificar los materiales (Revit), agregar plugins para el análisis energético y un método eficiente del programa de mantenimiento. Se concluyó que aplicar una metodología multiusos sumaría competencias importantes en la formación de futuros ingenieros civiles y arquitectos.

Los autores [16], en su investigación: “A visual information tool for user participation during the lifecycle of school building design: BIM”, proponen herramientas de tecnología de información visual, como el BIM; para el diseño de una escuela en Países Bajos, basándose en la interacción y participación de los usuarios y directores de escuela. Suponen en un inicio, que se debe conocer las necesidades de los usuarios, decidir su ubicación espacios disponibles y números de pisos; además de realizarse sesiones donde se presenten y discutan diseños con los especialistas que elaboren el proyecto. Concluyeron que, ciertos métodos; que incluye la participación de usuarios y aplicación de tecnologías BIM pueden aumentar el potencial de diseño y por consiguiente el ciclo de vida del edificio.

Los autores [17] en su investigación: “On BIM Interoperability via the IFC Standard: An Assessment from the Structural Engineering and Design Viewpoint”, tienen como objetivo definir una línea base para el estado actual del intercambio de datos entre los mecanismos de software AEC CAD/CAE (AEC (arquitectura, ingeniería y construcción), CAD (diseño asistido por computadora), CAE (ingeniería asistida por computadora)) por medio de los IFC. Se realizó mediante un estudio comparativo que abarca tres años de lanzamiento al mercado, y se midió el nivel de idoneidad del software para el uso de los modelos estructurales. Los resultados mostraron favorables a la clase de usuarios de nivel experto, puesto que para ellos se está dirigido la implementación del estándar IFC por parte de los fabricantes. Por último, concluyeron que se necesitan mayores esfuerzos para que la aplicación se adopte a una clase más amplia que permita consecuentemente la regulación por autoridades nacionales, regionales y locales.

El autor [18] en su investigación: “Building Information Modelling (BIM) taught in a Civil Engineer school”, tiene como objetivo describir el contexto de implementación BIM en el departamento de ingeniería civil en la universidad de Lisboa. El procedimiento realizado exige al estudiante realizar una búsqueda bibliográfica sobre evolución, aplicabilidad, ventajas y desventajas; seguido a ello se imparte clases para manejar softwares BIM más utilizados (incluidos estándares IFC), aplicarlos en estudios de caso y concluir su efectividad

con el grado de interoperabilidad. Concluyendo que es posible la adaptación con los conocimientos BIM a profesionales AEC (industria de arquitectura, ingeniería y construcción).

Los autores [1] en su investigación: “Non-graphical data structure for the purpose of BIM-based Life Cycle Assessment: Methodology for the Czech environment”, tiene como objetivo analizar una estructura de datos del LCI (inventario del ciclo de vida) de un edificio (biblioteca) para realizar una evaluación LCA (evaluación del ciclo de vida) orientado al impacto ambiental. El procedimiento consiste en estructurar el modelo de información no gráfica en un solucionador de matrices de Matlab para clasificación de datos. La aplicación se dio en una estructura de losa de concreto donde los resultados mostraron el impacto que generan los tres tipos de concreto. Concluyeron, que la extensión del modelo BIM en cálculos de LCA conduciría a impactos positivos en el medio ambiente, en cuanto a la reducción de recursos naturales.

Los autores [19] en su investigación: “BIM uses for deconstruction: an activity theoretical perspective on reorganising end-of-life practices”, tuvieron como objetivo aplicar prácticas de deconstrucción en un asilo de ancianos desde el contexto de reorganización de información con BIM. El procedimiento se basa en implementar a BIM en tres actividades: análisis de las condiciones existentes, etiquetar elementos reutilizables y planificar la deconstrucción. Los resultados muestran la eficiencia de tres nuevos usos con BIM: modelo 3D para análisis de condiciones existentes, parametrización de elementos con potencial de reuso, y simulación de deconstrucción 4D. Por último, concluyeron que desarrollar tales complementos de taxonomía en edificio con BIM, se pueden apropiar en futuros proyectos.

Los autores [20] en su investigación: “A Pushover Seismic Analysis and Retrofitting Method” tuvo como objetivo verificar la Evaluación de Estructuras Sísmicas de Taiwán por Análisis de Pushover utilizando dos pruebas de campo de edificios escolares de concreto armado (RC) y el método de capacidad ASCE 41. Resultando que el análisis estático es

bastante conservador, además una columna corta siempre reduce la efectividad del trabajo de reacondicionamiento. Concluyeron que existe efectividad con el método utilizado.

Los autores [21], en su investigación: “Seismic retrofit of existing school buildings in Italy: Performance evaluation and loss estimation”, el objetivo fue realizar estudios a 3 edificios escolares representativos en Italia, de concreto armado (RC), concreto prefabricado (PC) y mampostería no reforzada (URM). El proceso partió desde obtener un diagnóstico de vulnerabilidad sísmica, levantamientos in situ, modelado en el software OpenSees. Resultando, que del análisis costo-beneficio, el acero mitiga los mecanismos de falla no dúctiles (en pisos blandos). Por último, concluyeron que la duración de equilibrio del costo inicial de 83 años para una tasa de retorno es del 1% que incorpora amortiguadores viscosos.

Los autores [22], en su investigación: “Confined and unreinforced masonry structures in seismic areas: Validation of macro models and cost analysis”, tiene como fin a realizar el análisis en dos estructuras de mampostería no reforzada (URM) y confinada (CM) a gran escala sometidas a cargas laterales para opciones de hasta tres pisos para que después sea comparado con la respuesta típica que proporciona el concreto armado (RC), los resultados fueron que para el sistema CM el comportamiento estructural es mucho mejor comparado al URM en términos de resistencia lateral y desplazamientos, además de ductilidad y distribución de esfuerzos adecuados; en cuanto a los costos se reducen en un 28% en comparación al RC.

El autor [9] en su investigación: “Determinación de los usos BIM que satisfacen los principios valorados en proyectos públicos de construcción”, tiene como objetivo determinar los procedimientos que se realizan en agencias gubernamentales para el diseño, construcción y mantenimiento de los proyectos públicos. El procedimiento se centra en identificar los principios valorados y las principales barreras en los proyectos de construcción públicos, para así desarrollar un marco conceptual de las barreras identificadas y los usos BIM. Los resultados lo asocian a 3 estudios de casos de proyectos del Ministerio del Interior.



Concluye que ciertos usos BIM son necesarios para satisfacer principios, detectar interferencias e incompatibilidades.

El autor [11] en su investigación: “Implementación de las dimensiones 4D y 5D del BIM en un proyecto inmobiliario durante la etapa de casco estructural”, tiene como objetivo describir el procesamiento de la implementación BIM en dos dimensiones: 4D y 5D en un proyecto inmobiliario. Durante el procedimiento se optó por usar el sistema LBMS, y de manera adicional Lean Construction. El logro de la implementación se consiguió con el apoyo de programas y herramientas, además se analizaron la relación existente entre BIM y lo que plantea PMBOK. Por último se concluye, que los métodos resultan fiables para la compatibilización de los distintos documentos en relación a costos, plazos y modelo 3D.

Los autores [23] en su investigación: “Evaluación de Procesos y Propuesta de Implementación BIM mediante IDM (Information Delivery Manual) para pequeñas empresas de ingeniería civil”, tiene como objetivo realizar un estudio completo del flujo de trabajo por medio de IDMs en un proyecto de reforzamiento. El procedimiento radica en la caracterización y planeación de los IDM, analizar tiempos, costos y alcances comparándolos con los sistemas tradicionales. Los resultados se integraron en un proyecto piloto denominado Fontibón. Concluyeron que durante la etapa de diseño que toma BIM, los tiempos en realizar el modelado y documentación es 5.2 veces más que las tradicionales con 1.7 veces tiempos estimados.

Los autores [24], en su investigación denominada: “Incremental Dynamic Analysis of a 60 year old Hospital with handmade brick masonry walls”, tiene como objetivo proponer un modelo no lineal de un pabellón destinado a hospital de tres niveles con el sistema de muros de albañilería confinada del tipo artesanal, mediante reportes de curvas IDA en ambas direcciones. El proceso se centra valiéndose principalmente de calibraciones de estudios laboratorio realizados y el modelo en el software se realiza en base a rotulas de corte configurados a mediana altura. Los resultados se muestran en un modelo matemático 3D

con percentiles de 16, 50 y 84% de las curvas IDA. Por último, se concluye que el límite de deriva lateral del sismo peruano 0.5% será alcanzado en mediciones menores PGA de 0.4g.

Los autores [14], en su investigación: "Evaluación del diseño de proyecto: "I.E. secundario Santa Magdalena Sofia - Chiclayo" aplicando la metodología Building Information Modeling (BIM) para identificar y gestionar incompatibilidades e inconsistencias", tuvieron como objetivo evaluar las incompatibilidades e inconsistencia de un proyecto diseñado con la metodología tradicional impuesta en planos 2D. El procedimiento consistió en transformar el expediente técnico en un modelo de información 3D y contrastarlo en la herramienta Naviswork. Los resultados encontrados reflejan alto porcentaje de incompatibilidad, siendo estos 224 no repetitivas. Concluyeron que la aplicación de la metodología BIM previo a la etapa de construcción pueden evitar eventualidades durante la ejecución de las actividades de trabajo.

El autor [25] en su investigación: "Propuesta de implementación del proyecto edificio Multifamiliar paseo Pacasmayo en la ciudad de Chiclayo", tiene como objetivo aplicar la modelación BIM en un proyecto de edificio multifamiliar. El procedimiento consistió recolectar la información necesaria del proyecto como los planos de todas las especialidades, metrados, especificaciones y procesarlo en un modelo de información 3D en Revit y consecuente a ello detectar interferencias en Naviswork. Los resultados muestran la obtención de los presupuestos con el software Arquímedes y se compararon con los metrados reales y programación de expediente. Por último, concluye que existe un sobrecosto de 20,923.35 soles de mayores metrados en concreto y encofrado.

En el sector de construcción, suele manejarse el procedimiento típico de diseño y fases de inversión; por lo que el presente material de investigación busca servir de guía o material de consulta para la realización de un procedimiento de diseño diferente basado en estimar el ciclo de vida real de un proyecto por medio del diseño lineal y no lineal dentro del marco de la metodología BIM. La presente tesis contribuye a brindar mayor control y seguridad de habitabilidad en edificaciones de uso público, además de fortalecer el sistema

de inversión con respecto al actual, dando prioridad a la transparencia en los procedimientos de inversión público. Esta investigación contribuye en la inserción de un tipo de metodología colaborativo del sector construcción, mediante el uso eficiente de la metodología BIM en cuanto a planificación, cuantificación de materiales, costos de construcción, formas de monitorio post-construcción y mantenimiento.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cómo repercute el diseño estático lineal y no lineal en el ciclo de vida de la infraestructura educativa utilizando la metodología BIM?

## **1.3. Hipótesis**

En el marco de la aplicación de la metodología BIM la propuesta de diseño sismorresistente basado en un análisis estático lineal y no lineal proporcionará el desempeño estructural adecuado durante todo el ciclo de vida del proyecto.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo General**

Aplicar la metodología BIM en una propuesta de diseño sismorresistente basado en los tipos de análisis lineal y no lineal para una infraestructura educativa.

### **Objetivos Específicos**

- Obtener las propiedades físico-mecánicas del terreno a través del Estudio Mecánica de suelos y un estudio topográfico de la I.E.S. "Chongoyape".
- Diseñar los elementos estructurales por medio de un análisis estático lineal basado en la normativa peruana E.030, E.060 Y E.070.
- Justificación del diseño planteado a través de un análisis estático no lineal, con la técnica de Pushover.
- Implementación sistemática de las "N-dimensiones" BIM (3D, 4D, 5D y 7D) en el modelo propuesto, basado en estándares internacionales y normas técnicas nacionales.

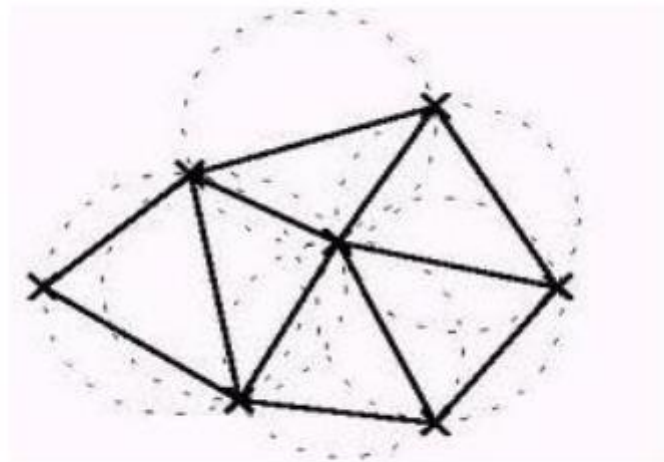
## 1.5. Teorías Relacionadas.

### Estudio de Topografía

La realización de levantamientos topográficos consiste en localizar y medir las variaciones y accidentes del terreno, para ello necesita de varios factores: instrumentación, áreas de análisis tipo de superficie, separación entre curvas de nivel, además de ello proporciona ubicaciones de los elementos existentes y constituyentes del espacio a nivelar [26].

#### Método de Radiación

Para la realización del levantamiento por radiación, primero se fijan los puntos a nivelar realizando triangulaciones o descomponiendo el polígono de la superficie de la siguiente manera [27].



**Fig. 1.** Esquema del levantamiento topográfico por radiación. [27]

La instrumentación que se utilicen puede ser como mínimo; nivel o teodolito; sin embargo, se llega a tener mayor precisión con en la Estación Total. Se identifican todos los elementos de alrededor entre casas, puentes, buzones, caminos del espacio a nivelar [26].

### Estudio de Mecánica de Suelos

## Aplicación Normativa

Como procedimiento inicial para realizar un estudio de mecánica de suelos, es indispensable una exploración en campo, que es donde se obtienen las muestras representativas para la determinación de sus propiedades; dicha obtención se realiza por medio de diferentes métodos o técnicas de extracción [28].

El estudio mecánico de suelos (EMS), debe cumplir con los requisitos que la norma E-050 dispone, sustentado a través de un informe técnico con fines de diseño de cimentación, pavimentos, estabilización de taludes, instalaciones sanitarias o de alcantarillas [29]. Así también, las técnicas de exploración como pozos o calicatas, perforaciones manuales o mecánicas, mediante espiral, por lavado con agua, de penetración estándar, entre otros deben aguardear la misma normatividad y adicionalmente se debe utilizar la NTP 339.162.

El tipo de muestras que se extraigan, se debe basar en la funcionalidad que representa el terreno.

**Tabla I**

Relación del tipo de extracción de muestras.

<b>Tipo</b>	<b>Normativa Aplicable</b>	<b>Forma de Transporte</b>	<b>Descripción</b>
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP - 339.151	Bloques	Se deben mantener inalteradas; es decir en su estado natural al momento de muestreo (Su aplicación sólo es en suelos cohesivos, rocas blandas o granulares)
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP - 339.169	Tubos de Pared delgada	Se debe mantener inalterada, la granulometría al momento del muestreo
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP - 339.151	Con bolsas de plástico	Se debe mantener inalterado el contenido de agua
Muestra alteada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP - 339.151	En lata sellada	

Nota: El tipo de extracción de muestras se obtuvo de [29]

**Tabla II**

Relación de ensayos de laboratorio para EMS.

<b>Tipo de Ensayo en laboratorio</b>	<b>Normativa Aplicable</b>
Método para Contenido de Humedad Natural	NTP - 339.127
Método de análisis granulométrico	NTP - 339.128
Método de límites de consistencia (l. líquido, plástico, e índice plástico)	NTP - 339.129
Método para clasificación SUCS	NTP - 339.134
Peso Unitario Volumétrico	NTP - 339.139
Método de Mercurio	NTP - 339.140
Método para compactación de suelos	NTP - 339.141
Identificación de Suelos. Procedimiento visual	NTP - 339.150
Contenido de Sales Solubles	NTP - 339.152
Método de consolidación unidimensional	NTP - 339.154
Método del potencial del colapso del suelo	NTP - 339.163
Método de compresión triaxial no consolidado	NTP - 339.164
Método de compresión triaxial consolidado	NTP - 339.166
Método de ensayos de corte directo	NTP - 339.171

Nota: Se utilizaron algunos métodos de la relación. [29]

**Capacidad Portante**

Se denomina capacidad de terreno a la máxima presión existente entre la cimentación y el terreno, de tal forma que no produzca fallas por cortante o asentamientos diferenciales excesivos [30].

Con la teoría de Terzagui se determina la capacidad de carga en cimentaciones superficiales; es decir el método es aplicable sólo si el ancho de la cimentación "B" sea igual o mayor a la profundidad del cimiento "Df" [31]. Las fórmulas que se utilizan para el cálculo son las siguientes:

Cimentación Continua:

$$q_d = \left(\frac{2}{3}\right) C * N'_c + \gamma * D_f * N'_q + 0.5\gamma * B * N'_y \quad \dots \quad \text{Falla Local}$$

$$q_d = C * N'_c + \gamma * D_f * N'_q + 0.5\gamma * B * N'_\gamma \quad \dots \quad \text{Falla General}$$

Cimentación aislada:

$$q_d = 1.3 \left(\frac{2}{3}\right) C * N'_c + \gamma * D_f * N'_q + 0.4\gamma * B * N'_\gamma \quad \dots \quad \text{Falla Local}$$

$$q_d = 1.3C * N'_c + \gamma * D_f * N'_q + 0.4\gamma * B * N'_\gamma \quad \dots \quad \text{Falla General}$$

Considerando:

$q_d$ : Capacidad de Carga limite en Tn/m<sup>2</sup>

$C$ : Cohesión del Suelo en Tn/m<sup>2</sup>

$\gamma$ : Peso volumétrico del suelo en Tn/m<sup>3</sup>

$D_f$ : Profundidad de Desplante de la cimentación en metros

$B$ : Ancho de la zapata en metros

$N'_c, N'_q, N'_\gamma$ : Factores de Carga

### **Diseño Estructural: Análisis Estático Lineal**

Diseñar es todo un proceso que determina las características estructurales adecuadas, así como las dimensiones que puedan rendir satisfactoriamente las solicitaciones durante su vida útil dispuestas posteriormente a su concepción; por supuesto con alto porcentaje de seguridad, confiabilidad y rango aceptables de límites económicos [32].

#### **Diseño en base a Resistencia**

Todos los elementos estructurales que compongan la edificación deberán soportar de una forma segura las solicitaciones o fuerza de sección.

$$R \geq E$$

$$R_d \geq R_r$$

Donde:

*R: Resistencia*

*E: Efecto de Cargas*

*R<sub>r</sub>: Resistencia Requerida*

*R<sub>d</sub>: Resistencia de Diseño*

Las resistencias nominales  $R_n$  se calculan sobre la base de los modelos mecánicos de comportamiento inelástico de las secciones transversales, para ellos se formulan relaciones esfuerzo-deformación no lineales de los materiales. Las resistencias nominales se convierten en resistencias de diseño cuando se multiplican por factores de reducción de resistencia.

En términos de criterio técnico para el diseño la norma permite adoptar cualquier suposición razonable en tanto a la estimación de la rigidez en los elementos que compongan la estructura para diferentes solicitaciones como flexión y torsión en columnas, vigas, muros, sistemas de piso, etc.

En el mejor de los casos lo ideal para el análisis de la rigidez sería emplear factores de:

- Fluencia plástica: producidas bajo el efecto de la duración de la carga; de corta duración y sostenidas sobre el concreto comprimido.
- Grado de fisuración y de acción inelástica.

Podría decirse que el diseño por resistencia presentaría algunas “inconsistencias”, tal como lo describe [32]; es decir, utilizamos métodos de análisis que responderán bajo el comportamiento lineal y elástico, cuando en un determinado periodo pueda existir el efecto de redistribuir las fuerzas internas que en una estructura con comportamiento inelástico se producirán.

### **A. Resistencia y Rigidez**

La resistencia es aquella fuerza máxima que soporta la edificación antes de incursionar en su rango inelástico. Es una variable múltiple, cuando se trata de obtener curvas de distribución; no es trabajo fácil sobre todo cuando se tratan de resistencia y variabilidad de



cada material que conforman las estructuras, así como las solicitaciones que estarán expuestas y controles durante el periodo del proceso de construcción [32].

La rigidez por otro lado es aquella que opone el desplazamiento a la edificación, la misma que es causante del daño que pueda sufrir durante su etapa de desempeño.

## **B. Ductilidad**

Es primordial que las estructuras tengan la capacidad de ser dúctiles; es decir que puedan soportar deformaciones cuando incursionan en un rango inelástico; después de las formaciones de rótulas plásticas; sin bajar de forma significativa su resistencia, este requisito dota de información importante a una edificación pues determina la capacidad total que tendrá cuando ocurran deformaciones bajo cargas sísmicas y si estas pueden causarle un daño significativo [33].

Ciertos requisitos dotaran a la edificación del mejor comportamiento sísmico con el fin de mantener a la edificación con el nivel de desempeño correspondiente a su importancia; principalmente operativo y seguro después de un sismo severo, sobre todo para las denominadas de uso esencial; podría decirse que son la base y reflejo primordial de la mayoría de las normativas, reglamentos, códigos y referencias que entrelazan al diseño sismorresistente como tal.

## **Consideraciones para el Diseño**

### **A. Estructuración y Dimensionamiento**

La estructuración como parte del diseño de edificio es un proceso creativo que desempeña el ingeniero, es la etapa donde se le proporciona el sistema estructural elegido y el cual se aspira a obtener un alto grado de seguridad, así como las de confort y comodidad para el uso del cual tendrá la forma [34].

La estructuración para el proyecto de albañilería se fundamenta principalmente en confinar los muros que se encuentran en planta colocando columnas de un espesor equivalente al de muro, además de esto la continuidad de los muros y columnas es imprescindible para la estructuración, en segundo lugar, buscar que los muros formen ejes paralelos y si es alcanzable que las columnas se encuentren alineadas.

El dimensionamiento es la estimación de las secciones, espesores, altitudes, dimensiones entre otros factores que podrían satisfacer las solicitaciones y demandas en un primer análisis.

## **B. Metrado de Cargas**

Las cargas por efectos de gravedad son tanto cargas muertas, perennes en la edificación y vivas (CV o también S/C); así mismo la norma E-020 establece los valores unitarios con respecto a estas cargas y con respecto al grado de importancia la norma E-030.

Las cargas denominadas directas actúan sobre el muro directamente, como peso propio, vigas, soleras, columnas, dinteles y otros (tabiques, alféizares, etc.)

Las cargas indirectas provienen de las losas ya sean aligeradas o macizas, como su peso propio, acabados, tabiques, parapetos sobre la losa y la carga viva.

## **C. Análisis Sísmico**

El análisis por fuerzas equivalentes se basa principalmente en aplicar cargas distribuidas en todo lo alto del edificio; y que son provenientes del cortante basal más una fracción de la carga viva y el total del peso que la componen; bajo ciertos parámetros sísmicos [35].

$$F_i = \alpha V_n$$

$$V_n = \frac{ZUCS}{R I_a I_p} P_s$$

Donde:

$F_i$ : Fuerzas aplicadas

$\alpha$ : Factor que depende del peso y altura

$V_n$ : Cortante basal estática

$Z, U, C, S, R$ : Parametros Sísmicos

$I_a I_p$ : Factores de Irregularidad en planta y Altura

$P_s$ : Peso sísmico de la edificación

El análisis modal espectral combina los valores máximos de los desplazamientos y aceleraciones que ocurre en cada modo de vibración a través de un espectro elástico de aceleraciones creados a partir de los parámetros sísmicos; se utilizan varios métodos de

combinación como detalla la E-030; siendo la más usada la Combinación Cuadrática Completa o CQC.

$$S_a = \beta C$$

$$\beta = \frac{ZUS}{R I_a I_p} g$$

Donde:

$S_a$ : Aceleración Espectral

$\beta$ : Factor que depende de los parámetros sísmicos y la gravedad.

C: Coeficiente de Amplificación del sismo

### **Clasificación de Sistemas Estructurales**

Según la normatividad peruana existen 5 tipos de sistemas estructurales entre las cuales destacan la de concreto armado y albañilería que son las que presentan mayor porcentaje de acogida en construcción de edificaciones [36].

#### **A. Concreto Armado: Sistema Dual**

Se conoce como concreto armado a la composición de concreto y acero a fin de obtener la mayor resistencia y mejores propiedades para la estructura; ya que se sabe que el concreto ante fuerzas de tracción es débil pero el acero satisface dichas sollicitaciones, sus desventajas es el precio a medida que son usados proporcionalmente. Bajo muchas circunstancias este componente es de aceptación universal puesto que tanto el transporte como la obtención de materiales para su fabricación (como cemento, agregados, agua y acero) son fácil de disponer [32].

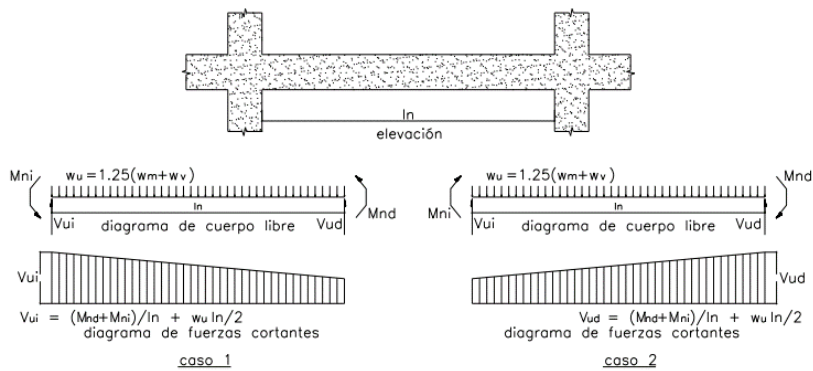
En los sistemas duales el efecto sísmico es resistido tanto por pórticos como muros estructurales, siendo este el que absorbe porcentajes entre 20 y 70% de la cortante basal del edificio [36]. Para el tipo dual II los muros deberán absorber entre un 20-60% del cortante total; prevaleciendo los pórticos, mientras que para un dual tipo I entre un 60-70% del cortante total [37].

**Dual Tipo I:** Las vigas y columnas de las edificaciones sismorresistentes a fuerzas laterales de Muros Estructurales o dual Tipo 1 deberán satisfacer:

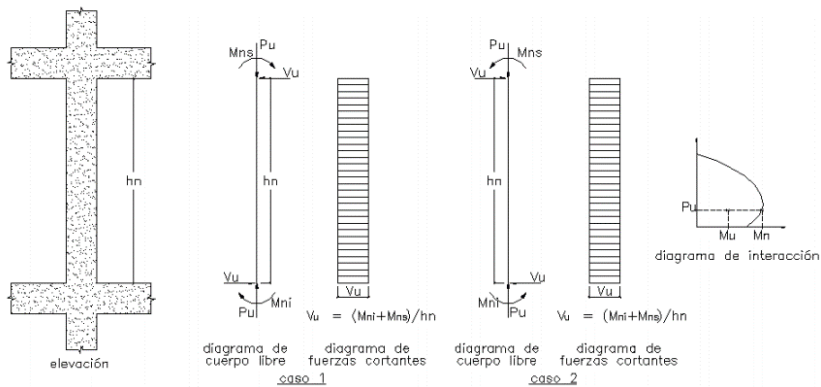
$$P_u \leq 0.1f'cAg \text{ (vigas)}$$

$$P_u > 0.1f'cAg \text{ (columnas)}$$

En cuanto a la geometría de sus elementos, no se consideran requisitos mínimos. Para el diseño por cortante en vigas y columnas la norma E-060 indica que la cortante de diseño  $V_u$  debe ser mayor que la suma del cortante asociado y el cortante isostático; además el cortante máximo generado en el análisis no debe ser menor que el valor amplificado de 2,5 [37].



**Fig. 2.** Determinación de la cortante en vigas. [37]

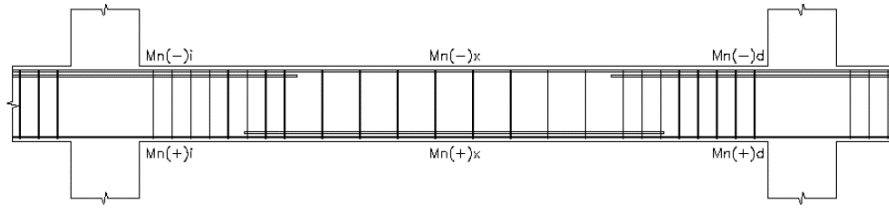


**Fig. 3.** Determinación de la cortante en columnas. [37]

Para el diseño longitudinal de vigas se debe cumplir:

$$M_n(+) \geq \frac{M_n(-)}{3} \text{ (en cada extremo)}$$

$$M_n(+) \text{ y } M_n(-) \geq \frac{M_{nmax}}{4} \text{ (en toda la viga)}$$



**Fig. 4.** Determinación de momentos para el diseño en flexión de vigas. [37]

**Dual tipo II:** Las vigas y columnas de las edificaciones sismorresistentes a fuerzas laterales de pórticos de concreto armado o dual Tipo II deberán satisfacer las mismas ecuaciones del tipo I.

Con respecto a la geometría: en vigas

$$l_n \geq 4h$$

$$bw \geq 0.25h$$

$$bw \geq 250mm$$

Con respecto a la geometría: en columnas

$$B \geq 250mm$$

$$B \geq 0.25L$$

Para el diseño por cortante en vigas y columnas se tomará una sobrerresistencia de 1,25. En cuanto al refuerzo longitudinal, la cuantía en tracción será menor o igual 2.5% [37]. En el artículo 17 de la E-030 (2018), menciona que para las zonas sísmicas 4, 3 y 2 de la categoría A2; se permiten sistemas estructurales de concreto como; muros de concreto armado, Dual y de albañilería confinada o armada [36].

## B. Albañilería

También conocida como mampostería cuyas composiciones es principalmente de “unidades de albañilería”, ensambladas por material de mortero o también concreto líquido. Según el autor [38] nos dice que la albañilería ha sido utilizada con carencias ingenieriles; es decir existen construcciones con muros portantes de gran espesor, que son asentados sin ninguna justificación racional sino más bien empírica lo cual conduce de forma innecesaria a elevar costos de construcción; por otro lado, la falta de conceptos, ausencia

de refuerzos, configuraciones incorrectas, podrían ocasionar graves desastres estructurales; lo que busca la ingeniería es un balance entre la seguridad y economía.

Los muros de albañilería confinados pueden ser de material arcilloso, también de silicio-calcáreos, moldeado de concreto y de sillar, para ello deben cumplir especificaciones demandadas por la E-070 que califiquen a ser designadas como unidades sólidas (área de huecos equivale al 30% del total) [39].

Para las zonas de alta sísmica los muros portantes desde cuatro pisos en adelante se permiten un material prefabricado o industrial y alveolar. La normativa de albañilería aún no ha sido modificada o actualizada en relación a las zonas sísmicas, pero para la presente investigación se considerará los últimos lineamientos de la E-030 [36].

**Albañilería Armada:** La particularidad de este sistema es el refuerzo interior de las unidades de albañilería distribuidas tanto vertical como horizontalmente, ensambladas mediante un tipo de concreto líquido en toda la longitud del muro con el fin de que en conjunto resistan los esfuerzos demandados [40]



**Fig. 5.** Asentamiento de albañilería armada. [39]

**Albañilería Confinada:** Según la norma E-070 (2006) detalla que se constituyen de muros portantes asentados posteriormente de una cimentación, se confinan con elementos de concreto armado verticales quedando así este tipo de albañilería reforzada en todo su perímetro para el primer nivel. Es un sistema estructural que tradicionalmente se usa en el Perú por medio del siguiente proceso: cimentación y sobrecimiento (con piedra mediana) corrido de concreto ciclópeo, muros de albañilería, arriostres horizontales de confinamiento

y las losas aligeradas o macizas, como las soleras y dinteles colocadas sobre los muros monolíticamente (cubren los vanos de puertas y ventanas) [39].



**Fig. 6.** Composición del sistema de albañilería confinada. [39]

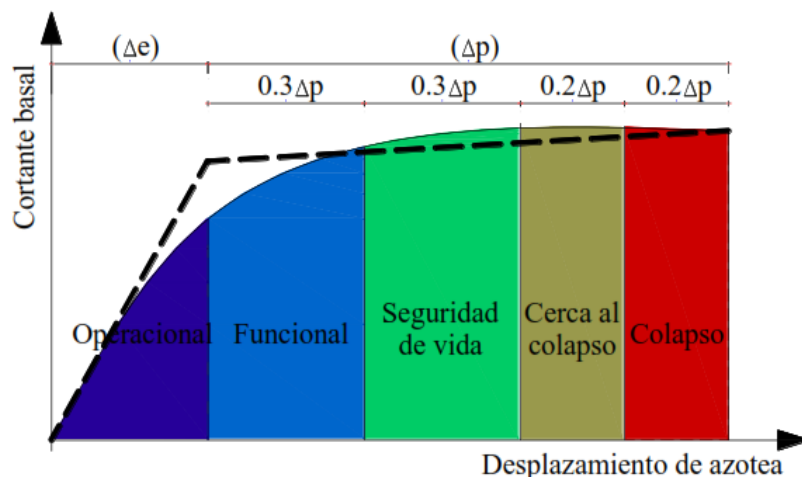
Se puede emplear la conexión columna-albañilería endentada; hasta 5 cm de unidad saliente y de ser al ras se emplearán “chicotes” de anclajes que penetren por lo menos 12,5 cm al interior de la columna y 40 cm a la albañilería; con una cuantía de 0.001 [40].

### **Análisis Estático No Lineal**

#### **Diseño en base a objetivos de desempeño**

El análisis por desempeño o PBEE (Performance Based Earthquake Engineering), es un prolongado proceso que implica evaluar el diseño, construcción y monitoreo constante de las obras civiles, de manera que el nivel de desempeño que alcance responda a las necesidades del dueño, usuarios y sociedad. La premisa del desempeño es predicha y evaluada para la toma de decisiones frente al ciclo de vida del proyecto en lugar de solo prever los costos de construcción. En el marco del PBEE la evaluación del desempeño se descompone en cuatro etapas de análisis: análisis de los peligros sísmicos, nivel de respuesta, monitoreo del daño y análisis de pérdidas [41].

La filosofía de esta ingeniería se basa en establecer objetivos de desempeño; dependiendo de la importancia del edificio para diferentes niveles de sismicidad. A diferencia de la ingeniería basada en resistencia; el principal objetivo es estimar el real comportamiento sísmico de la estructura partiendo de las propiedades lineales y no lineales [43].



**Fig. 7.** Curva de Capacidad por sectores según SEAOC. [43]

Los objetivos se resumen en cuatro niveles de sismicidad y cinco de objetivos de diseño, del cual el SEAOC establece en función al uso de la estructura. Los peligros sísmicos (sismo frecuente, ocasional, raro, muy raro) se asocian al periodo de retorno en años (45, 75, 475 y 2475 años) y el nivel de desempeño sería el estado de daño que alcanzaría la estructura. En el estado operacional aparentemente no hay existencia de daño, en el funcional el daño se representa de manera leve, en el estado de resguardo o seguridad de vida el daño es del tipo moderado, en el estado cercano al colapso el daño es del tipo severo y por último el colapso viene a ser el daño irreversible o irreparable [43].

**Tabla III**

Objetivos de desempeño según SEAOC

Ocurrencia de Sismo	Periodo (años)	Niveles de Desempeño en Edificaciones				
		Operacional	Funcional	Resguardo de Vida	Cerca al Colapso	Colapso
S. Frecuente	45	<i>Básico</i>				
S. Ocasional	75	<i>Esencial</i>	<i>Básico</i>			
S. Raro	475		<i>Esencial</i>	<i>Básico</i>		
S. Muy Raro	2475			<i>Esencial</i>	<i>Básico</i>	



Nota: El texto sombreado marca el mínimo nivel de desempeño de edificaciones esenciales para cada respuesta de sismo. [43]

La normativa de diseño sismorresistente designa como edificaciones comunes (básico) a viviendas, restaurantes, oficinas y dentro de las de uso esencial a las edificaciones de educación [36]. La propuesta del SEAOC dispone que las edificaciones de uso básico alcancen un nivel de desempeño cercano al colapso ante un sismo muy raro; mientras que para las de uso esencial debe encontrarse en un estado de resguardo de vida.

### **Normas aplicables**

En algunos países de América latina, se han establecido normas específicas para reforzamientos sísmicos mediante intervenciones progresivas, las mismas que se encuentran dentro de las normas de diseño sismorresistente; sin embargo, no establecen procedimientos ni objetivos de aplicación. Existen varios códigos y normas en otros países que su aplicación presentan mayor grado de investigación y aceptabilidad; dentro de ellas se encuentran las del ASCE/SEI – 17, ATC 40, FEMA 440, FEMA 356, HAZUS [43].

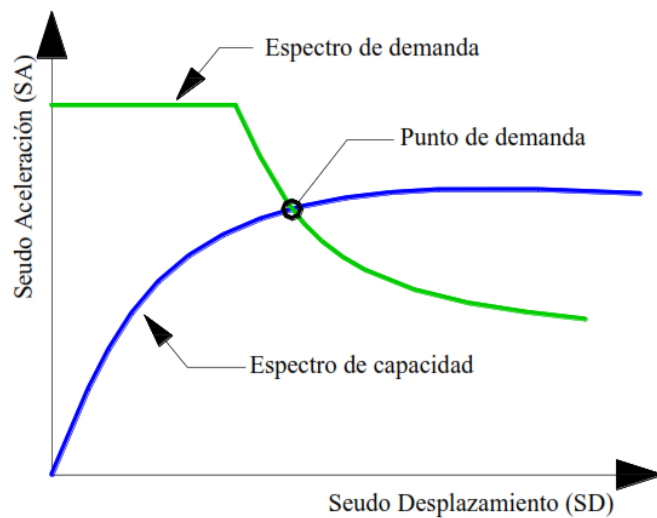
### **Métodos de análisis**

Existen diversas formas de analizar el desempeño; entre ellas el tipo de análisis no lineal estático (Pushover) y el análisis dinámico incremental (Tiempo – Historia). El tipo de análisis cargas incrementales o también denominado Pushover, guarda relación entre la cortante de la base y el máximo desplazamiento en el último nivel. Es una técnica que consiste en someter a la estructura con patrones de cargas laterales que incrementan de manera monótona hasta alcanzar un mecanismo de falla o hasta que una sección llegue a la rotura [33].

Para desarrollar el tipo de análisis Pushover se emplean dos métodos: el método de espectro de capacidad y el método de coeficientes.

#### **A. Método de espectro de Capacidad**

Se basa en conocer tanto la capacidad de la estructura como la demanda por la cual estará sometida. La capacidad es obtenida mediante la técnica del pushover y convertida en un espectro, de la misma manera sucede con la demanda; del cual se obtiene mediante parámetros de sismo establecidas por la normativa local. La intersección de ambos espectros permite determinar el nivel de desempeño [43].



**Fig. 8.** Determinación del punto de desempeño mediante el método de Espectros. [43]

### B. Método de Coeficientes

Se basa en estándares del ASCE/SEI 41 – 17, del cual se resuelve una ecuación que depende de parámetros y coeficientes de la estructura en evaluación [44].

$$\delta_t = C_0 * C_1 * C_2 * S_a * \frac{T_e^2}{4\pi^2} * g$$

Donde:

$S_a$ : Aceleración del espectro

$g$ : Aceleración de la gravedad

$C_0$ : Factor de modificación de sistemas SDOF (un solo grado de libertad) para MDOF (múltiples grados de libertad)

$C_1$ : Factor de modificación de la respuesta lineal en desplazamientos inelásticos máximos.

$C_2$ : Factor de modificación que representa el efecto histórico, degradación de rigidez y deterioro de resistencia.

$T_e$ : Periodo fundamental

### **Revisión del Estado de Daño**

Consiste en evaluar de manera global (edificio completo) y local (cada elemento estructural) el desempeño. Para ello existen estándares de estimación en varios países y son aplicables dependiendo al sistema estructural del cual se esta trabajando; algunas de esas normativas son por ejemplo: Hazus (99) con la estimación de daños globales; del cual se basa según el código de diseño se este empleando. Asi también con el ATC-40 (95) se evalúan los daños locales dependiendo si el tipo de elemento es primario o secundario. Se puede definir a través de los diagramas momento curvatura los estados de daño en los elementos estructurales; el cual está en base a la siguiente fórmula [45]:

$$D = \frac{\varphi_m - \varphi_y}{\varphi_u - \varphi_y}$$

Considerando:

D: índice de daño

$\varphi_m$ : máxima curvatura (del análisis)

$\varphi_y$ : curvatura de fluencia

$\varphi_u$ : curvatura ultima

Además, se ha propuesto en [45] que con los índices de daño se puede llegar a clasificar de la siguiente manera:

$D < 0.10$  Daño localizado D.L.

$0.10 < D < 0.25$  Daño menor D.M. (pequeñas grietas)

$0.25 < D < 0.40$  Daño moderado D.Mo. (desprendimiento del recubrimiento)

0.40 < D < 1            Daño severo D.S. (acero expuesto)

D > 1.00                Colapso

En [41] se propone un costo de reparación que se asocia directamente con el índice de daño.

**Tabla IV**

Parámetros del daño asociado al costo de reparación

Índice	Elementos de Concreto Armado	Elementos de Muros de Albañilería	
	Costo de reparación	Carga en su plano	Costo de reparación
<b>D.L.</b>	Vigas:S/. 30.00 Columnas:S/.45.00	Deriva: D < 0.125%	Muro confinado:S/.410.00
<b>D.M.</b>	Vigas:S/.199.00 Columnas:S/.560.00	Deriva: 0.125% < D < 0.25%	Muro confinado:S/.680.00
<b>D.Mo.</b>	Vigas:S/.520.00 Columnas:S/.1080.00	Deriva: 0.25% < D < 0.375%	Muro confinado:S/.1330.00
<b>D.S.</b>	Vigas:S/.820.00 Columnas:S/.1690.00	Deriva: 0.375% < D < 0.50%	Muro confinado:S/.2780.00

Nota: Los tipos de índices, refiere a los tipos de daño leve, menor, moderado y severo; y el costo de reparación se encuentra dispuesto en [41]

### **Modelos de propiedades no lineales**

En un modelo de diseño sismorresistente, los materiales cumplen la hipótesis de que los esfuerzos se comporten directamente proporcionales a las deformaciones (de acuerdo a la ley de Hooke); lo cual cumple hasta cuando las deformaciones son pequeñas sin embargo a medida que aumenta la aplicación de cargas la relación del módulo elástico (curva de esfuerzo -deformación) deja de ser lineal y la respuesta sigue la trayectoria de las curvas de su modulo elástico. Para el modelo no lineal, es importante conocer los resultados de los ensayos de curvas de esfuerzo – deformación que se producen en el concreto, sobre todo la forma de aplicación de cargas o tipos de cargas. [35].

#### **A. Modelo de concreto confinado y no confinado**

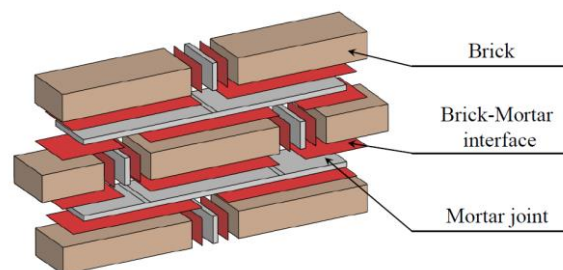
Mander ha propuesto modelos para los tipos de concreto confinado y no confinado donde se estimaría el comportamiento real de la curva esfuerzo deformación, del cual el esfuerzo a compresión del concreto depende de factores de deformaciones unitarias.

### **B. Modelo del acero corrugado**

Park-Pauley también idealizaron el comportamiento del acero corrugado, o donde tomaron consideraciones de deformación máxima unitaria, esfuerzos de fluencia y últimos.

### **C. Modelo de albañilería**

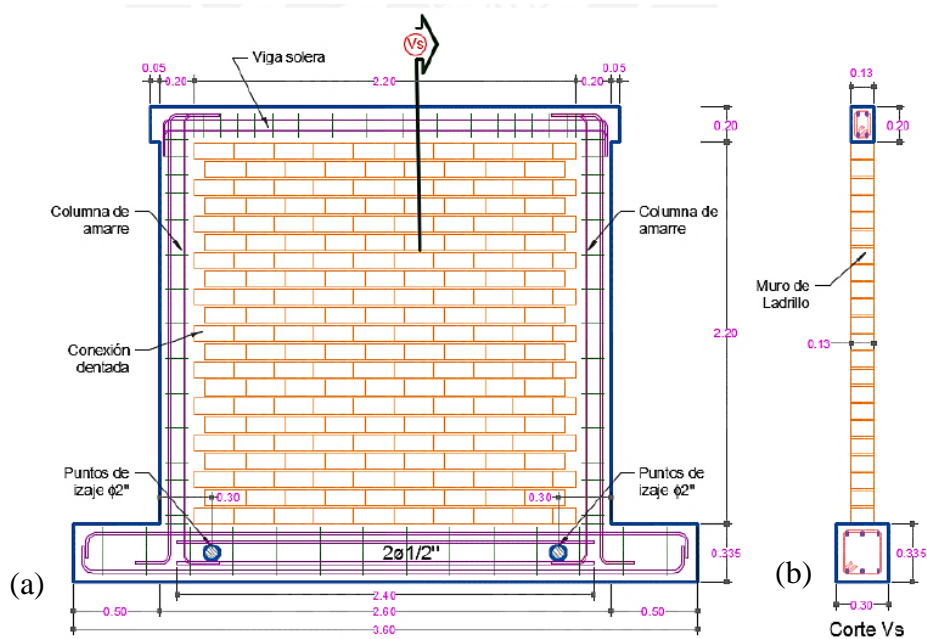
La mampostería está compuesta por diferentes materiales, como ladrillos y juntas; por lo que sus diferentes propiedades tanto elásticas como inelásticas, conducen a respuestas de comportamiento muy complejos y diferentes mecanismos de falla [46].



**Fig. 9.** Conformación de los elementos constituyentes de la mampostería. [46]

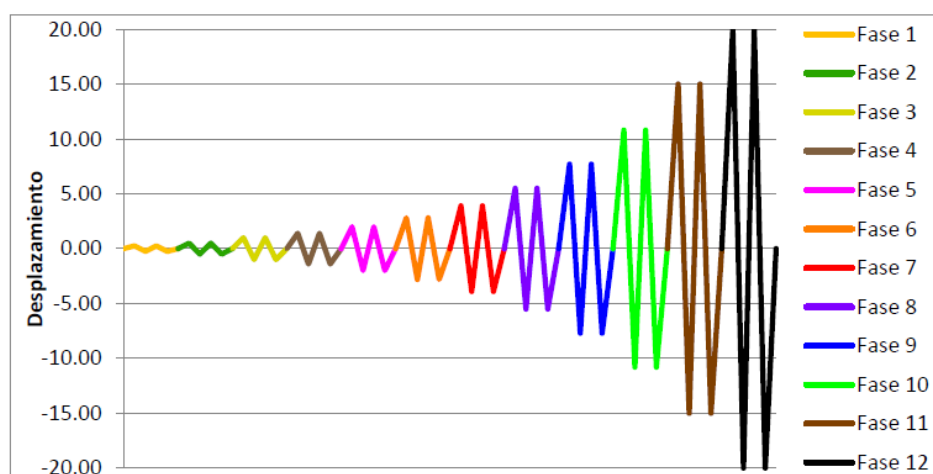
Siendo su composición un limitante de modelación computacional, es donde las calibraciones basados en modelos numéricos por medio de ensayos estáticos y dinámicos se predispone como un método de gran importancia para el análisis por desempeño. La finalidad de estos ensayos a gran escala es de conocer el comportamiento sísmico más aproximado al real de los elementos estructurales [42].

La presente investigación se ha basado en los resultados de ensayos cíclicos en muros de albañilería del tipo King Kong industrial de [47]. La investigación mencionada desarrolló 3 muros de prueba bajo el siguiente esquema de vista en elevación y planta.



**Fig. 10.** Vistas y composición del tipo de muro ensayado: (a) Vista en elevación, (b) vista en planta. [47]

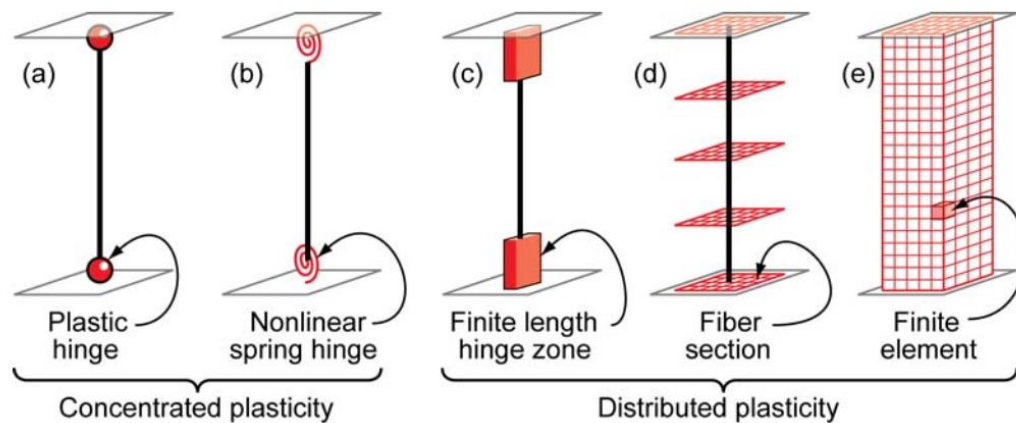
Los ensayos realizados en laboratorio, consistió en aplicar desplazamientos laterales controlados en ambos sentidos, los mismos se han conformado por fases y desarrollan varios ciclos de un mismo valor máximo. Con estos ensayos se obtuvieron los datos para conformar la curva de capacidad [47].



**Fig. 11.** Historia de desplazamientos del elemento ensayado. [47]

## Modelos de Plasticidad para elementos estructurales

El tipo de modelación computacional se diferencian por la forma en que la plasticidad se distribuye a través de las secciones transversales y a lo largo de su longitud. Se pueden modelar cinco tipos de modelos idealizados para simular la respuesta inelástica; entre ellas se tienen a vigas, columnas, arriostramientos y algunos muros de flexión, utilizando los conceptos ilustrados a continuación [48].

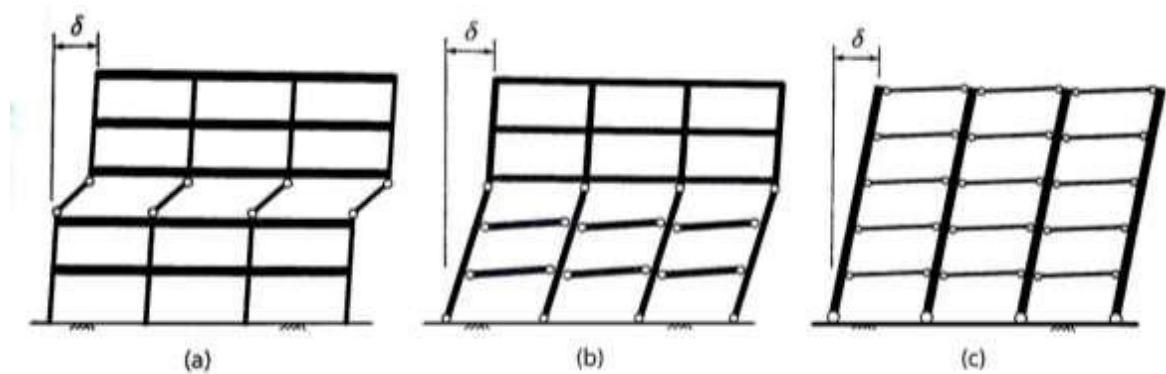


**Fig. 12.** Tipos de modelos idealizados. [48]

De la Fig. 12 a, se visualiza el tipo de modelo más simple que es donde las deformaciones inelásticas se concentran al final del elemento, por medio de una rótula rígido-plástica, o también como la Fig. 12 b un tipo de resorte inelástico con propiedades histeréticas. Por otro lado, las de tipo como la Fig. 12 c viene a ser un modelo de rótula de longitud infinita; las de tipo 12 d su formulación se basa en fibras, las cuales distribuyen la plasticidad mediante integraciones numéricas por medio de sus secciones transversales a lo largo de toda su longitud, y por ultimo las de tipo 12 e representan modelos más complejos en pequeños elementos finitos.

El comportamiento ideal ante una respuesta sísmica es el asociado columna fuerte viga débil; pues se sabe que las columnas están constantemente sometidas a efectos de compresión y por tanto pueden llegar a sufrir mecanismos de falla frágil debido a la poca ductilidad que poseen; sea el caso de responder ante un giro inelástico en un extremo de columna; es donde este mecanismo cobra importancia y uniformiza para todos sus niveles

el nivel de desempeño y no solo las concentra en un primer nivel como son por ejemplo las conocidas fallas por piso blando y en el peor de los casos, piso débil [49].

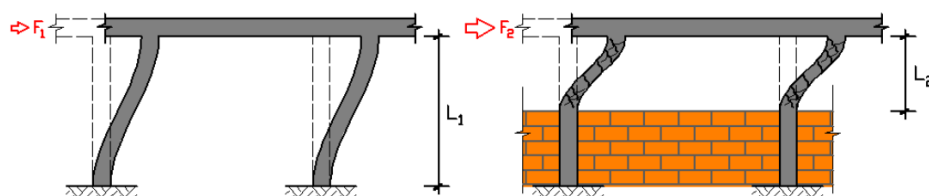


**Fig. 13.** Casos de formación de rótulas plásticas (a) solo en columnas de un entrepiso, (b) tanto en vigas y columnas de varios niveles y (c) primero en las vigas del edificio y posteriormente en las columnas, sobre la base. [49]

## Fallas comunes en Edificios Escolares

### A. Columna Corta

Las columnas son diseñadas para desarrollar el máximo de su capacidad a lo largo de toda su longitud; sin embargo, el efecto de la columna corta sucede cuando otro elemento restringe su desplazamiento y concentra gran parte de las tensiones y deformaciones en la longitud cautiva o libre, los casos más comunes suceden cuando no existe juntas de aislamiento en pórticos o muros portantes en las ventanas [50].



**Fig. 14.** Efectos de una columna corta. [50]



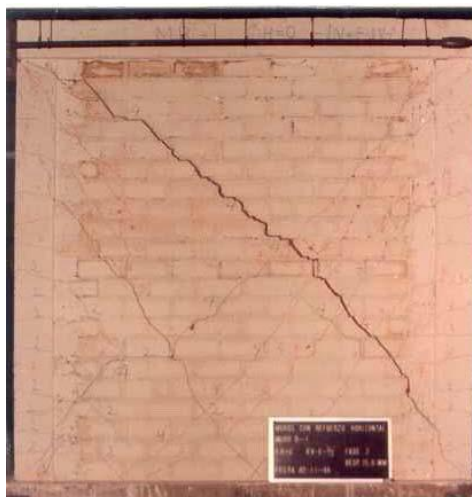
El 780-PRE sufrieron daños importantes en los terremotos del pasado, principalmente debido a la rigidez lateral limitada que ocasiona fallas por cortante de columna corta, problemas de conexión, etc [13].



**Fig. 15.** Falla por columna corta en edificios escolares peruanos. [42]

### **B. Falla por Cizalla en Muro Portante**

El mecanismo de falla por fuerza cortante en edificaciones de albañilería confinada sucede mayormente en los primeros niveles; ante terremotos severos debido a que dicha falla; el efecto cortante causa mayor deformación que el efecto de flexión, a causa de la baja esbeltez de muros ante acciones coplanares; sin embargo, gracias a ciertos experimentos es posible dotar de ductilidad al confinamiento siempre y cuando tengan la capacidad de soportar la magnitud de fuerza que genera el agrietamiento diagonal [51].



**Fig. 16.** Demostración de los Ensayos por carga lateral cíclica. [51]

### **1.5.5. Metodología BIM**

#### **Conceptualización**

A diferencia del sistema tradicional en un proyecto de interés público o privado, que lo conforman principalmente tres etapas; diseño, licitación y construcción [10]; la metodología BIM (Building Information Modeling) da un enfoque exhaustivo a la documentación gráfica y no gráfica, integración de procesos y planificación de operaciones a través de la evaluación continua y detallada de las construcciones; desde parámetros tridimensionales (3D) y de respaldo con la tecnología de modelado avanzada, permiten rastrear el ciclo de vida en cualquier fase del proyecto [5, 15].

Bajo este contexto colaborativo de procesamiento; la metodología convencional adoptada por modelos 2D o dibujos de mesa se está dejando en el pasado, el uso de una amplia gama de variedades de programas de software; incluido BIM se están convirtiendo rápidamente en parte del sector construcción [18].

El trabajo colaborativo que propone el BIM enlaza presupuestos detallados compuestos por cada descripción de valoración de precios definidos desde parámetros en todos los campos de visualización, el cual puede ser analizado de forma clara y concisa para su posterior toma de decisiones en cuanto a productividad y evitar pérdidas económicas por factores como desperdicios o inconsistencias [4]. El BIM es aplicable a varias ramas de la construcción e ingenierías incluyendo la fase de demolición o deconstrucción [19].

#### **A. Modelo 3D (Modelo de información)**

Se representa el modelo mediante una descripción gráfica, detalles de información geométrica y se pueden visualizar los elementos con sus respectivas propiedades.

#### **B. Modelo 4D (Planificación de la Construcción)**

El entorno permite simular las fases del proyecto mediante una programación, además de actualizar lo rediseñado por un plan de ejecución.

#### **C. Modelo 5D (Cuantificación y costos de materiales)**

Se utiliza el mismo entorno para controlar las cantidades de los materiales basado en modelos conceptuales, costos de operación y posibles soluciones en caso existencia de sobrecostos.

#### **D. Modelo 6D (Sostenibilidad)**

Detalla de manera estadística un análisis energético, además de la interacción entre especialidades, monitoreo de sostenibilidad y por último un seguimiento tipo LEED (sistema de certificación de edificios sostenibles).

#### **E. Modelo 7D (Programación de Mantenimiento)**

Esta dimensión está directamente relacionada al control logístico y monitoreo del ciclo de vida de la edificación, en esta fase el modelo sirve para la realización de programas de mantenimiento y operación.

### **Manual para entrega de Información IDM**

Es una norma internacional de la ISO 29481 (2016); donde se recoge o vincula la información del proceso de negocio y brinda especificaciones a detalle del rol que cumplen las partes involucradas [52]. Así también se componen de tres secciones: Mapas de interacción, Mapas de Procesos y Requisitos de Intercambio [23].

*Mapas de interacción:* viene a ser una representación de los roles o funciones de los que participen de un determinado proyecto.

*Mapa de Procesos:* Describe el flujo de las actividades del negocio en específico, roles de quienes lo están desempeñando respecto de la información que se requiere, consume y produce.

*Requisitos de Intercambio:* en este grafico se define la información que será intercambiada para la generación de fases o etapas durante el intercambio.

### **Nivel de Desarrollo**

Se le denominado mayormente como “LOD”, y viene a ser una medición respecto del detalle del proyecto, desarrollo y presentación de la documentación. También se le define como la madurez que puede existir en el elemento del modelo [9]. El mismo puede constar desde un LOD 100, hasta un LOD 500 [23].

*LOD 100:* la representación de los elementos se da de forma genérica y la información contenida es aproximada.

*LOD 200:* existe reconocimiento de los elementos modelados gráficamente, pero mantienen la forma genérica. El detalle de información contenida no es exacta.

*LOD 300:* en esta representación los elementos modelados por partes específicas (como cantidad, forma, tamaño, forma, orientación y ubicación), conforman sistemas; donde se encuentra incluida la información no gráfica.

*LOD 400:* presentan información gráfica y no grafica de manera similar al LOD 300 pero con mucho más detalle; por lo que es posible a darse la prefabricación de elementos.

*LOD 500:* presentan información gráfica y no grafica de manera similar al LOD 400, pero en este caso la fase donde se encuentra muestra lo realmente construido (como un “as-built”). De manera adicional la información no grafica presenta etapas para el mantenimiento y operación; todo ello dentro del entorno BIM.

## **BIM en el sector Público**

Dentro del sector público diversos países se han adentrado con la implementación BIM. A continuación, se mencionan el rol y aportes a nivel gubernamental realizados por países líderes en esta tecnología [9].

### **A. Estados Unidos**

En lo que respecta a productos BIM, es el mas grande productor y consumidor de las herramientas relacionadas a BIM. En lo que concierne del rol con el gobierno; en el año 2003 se desarrolló el “Programa Nacional de 3D 4D BIM”, que establece adoptar al BIM a

los proyectos como edificaciones del sector público. Por otro lado, el Instituto Nacional de las Ciencias de la Edificación NIBS ha realizado un estándar denominado NBIMS-US, del cual a la fecha existen dos versiones; donde la segunda versión presenta a detalle información técnica como guías, estándares de referencia y estándares para intercambio de información.

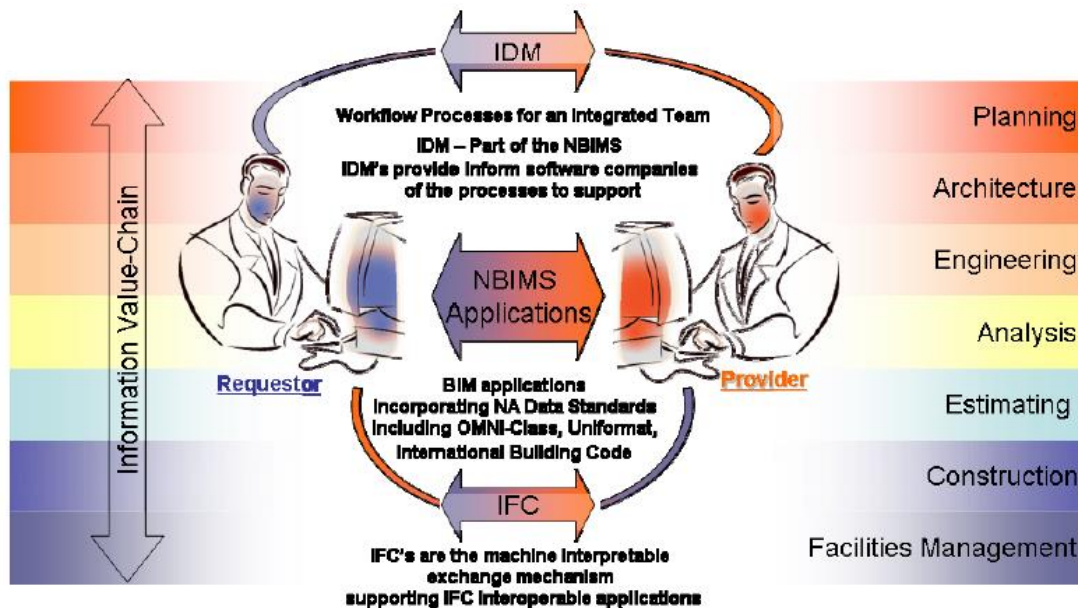


Fig. 17. Definición del estándar NBIM-US. [53]

## B. Reino Unido

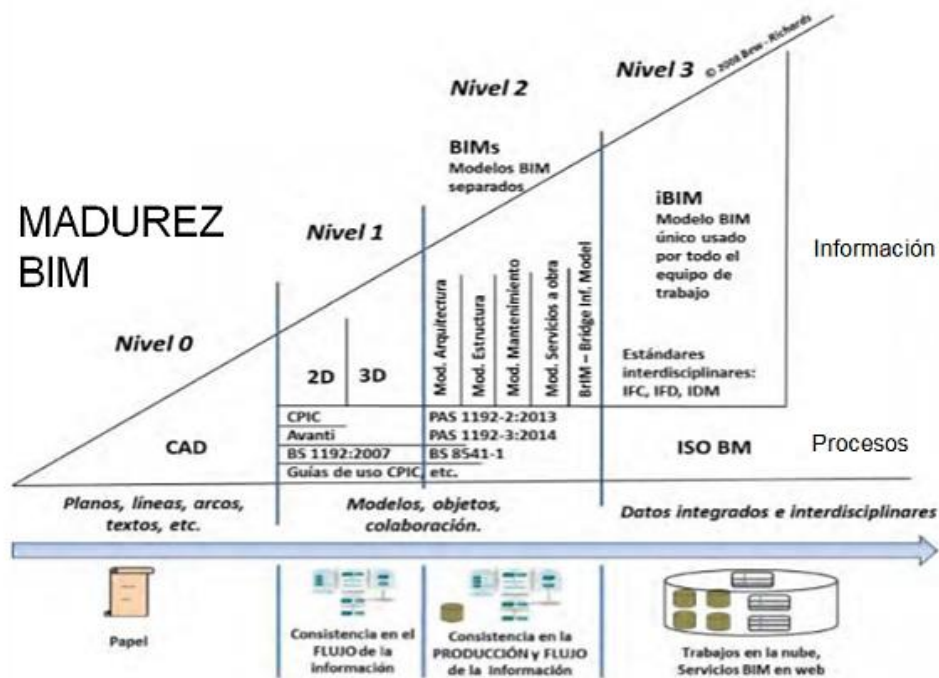
Los estándares en el país se relacionan al mapa de maduración BIM. Dentro del modelo también participan los proveedores y contratistas, de manera que se promueve un trabajo colaborativo e integrado con los participantes. Los niveles definidos se denominan de 0 a 3:

*Nivel 0:* este modelo es el más común de la industria, pues en su forma simple el BIM se limita hasta planos en 2D, donde se puede llegar a intercambiar información mas no en formatos que involucra los procesos.

*Nivel 1:* en este nivel aún se gestiona con planos CAD, pero además con modelos 3D; de los cuales se deben usar para visualización. Los únicos que pueden usarlo son los miembros.

*Nivel 2:* el flujo de trabajo se da de manera “colaborativa” entre las partes involucradas (Estado, empresa); donde el diseño parte de los modelos BIM. Todo se trabaja con modelos 3D como base, pero no siempre bajo un mismo modelo. En todas las fases se utilizan formatos comunes entre especialistas; por lo que se permite crear “modelos federados BIM”, una vez se haya realizado la compatibilización. Los modelos 4D y 5D a partir del 2016 son obligatorios para todos los proyectos públicos.

*Nivel 3:* todas las partes involucradas por disciplina se integran en el proyecto. Los formatos que se usan de manera colaborativa pueden visualizarse de manera online; donde es posible visualizar modelos 3D con información relevante (incluye costos) para toda la secuencia constructiva y del ciclo de vida del proyecto.



**Fig. 18.** Niveles de madurez BIM. [9]

En el sector la BCA o también denominada “Autoridad de la construcción y Edificaciones”, dentro del repositorio creado se encuentran guías y códigos de carácter gubernamental para brindar soporte al uso adecuado de BIM en construcciones. En principio se desarrollo mediante la Red de constructoras e inmobiliarias. En las etapas del proyecto, se realiza una adecuada integración entre involucrados; que incluyen las actividades y entregables por cada responsable designado. Últimamente, se vienen desarrollando guías para la construcción virtual o también denominado VDC (Virtual Design and Constructcion). Su implementación comenzó con la siguiente hoja de ruta.



**Fig. 19.** Mapa inicial de implementación BIM Singapur. [9]

### **Adopción del BIM en el Perú**

En el Perú la metodología BIM se ha ido implementando desde el año 2019, y desde entonces se viene constituyendo en el Plan de Competitividad y Productividad del MEF; como medida de adopción progresiva en infraestructura de edificaciones del sector público para los próximos años, este planteamiento garantizará una plataforma colaborativa para la gestión y ejecución de proyectos BIM [54].

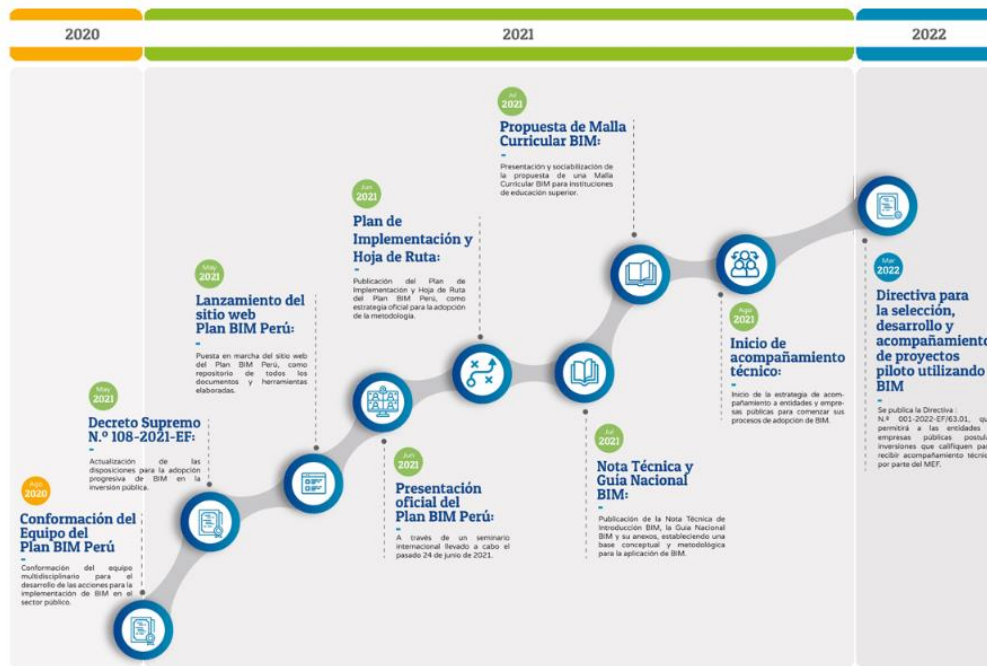


Fig. 20. Líneas de tiempo de la adopción de BIM en el Perú. [54]

### A. Usos BIM

Es el conjunto de métodos con aplicación de BIM a través de procesos, que pueden llegar a orientar, ubicar y relacionar cada fase del ciclo para el alcance de objetivos específicos. El espacio CDE; (Entorno de Datos Comunes) donde se involucran para la Gestión de Información BIM, tiene como fin mantener disponible la información de calidad, que sea comprensible entre las partes involucradas para así tomar mejores decisiones [54].

*Levantamiento de condiciones existentes:* se aplican para realizar levantamiento de información de una superficie, como proyectos de topografía, edificaciones existentes e inclusive conservación patrimonial. Se utilizan sistemas tecnológicos y/o técnicas convencionales para el modelamiento de cierta información.

*Análisis del entorno físico:* se evalúan las propiedades para obtener una ubicación óptima de ejecución. Además, es aplicado para planificar, analizar, simular la geografía de la zona.

*Diseño de especialidades:* el diseño debe encontrarse dentro de un modelo de información que se requiera para el proyecto de inversión.



*Elaboración de documentación:* del modelo es posible extraer datos requeridos y documentación técnica; tales como desarrollo de planos e información parametrizada.

*Visualización 3D:* del modelo se pueden previsualizar el activo, mediante imágenes 3D o recorridos virtuales. No solo se trata de utilizar el entorno para difusión, debe además utilizar herramientas que faciliten el entendimiento del Equipo de Proyecto y la otra parte involucrada.

*Coordinación de la información:* mediante una plataforma que admite distintos formatos de intercambio, las partes involucradas se ponen de acuerdo en la coordinación del desarrollo del diseño o durante la misma construcción.

*Análisis del programa arquitectónico:* en esta parte se basa de lineamientos, parámetros y condiciones espaciales donde el modelo de información ha sido ya diseñado y se requiere el respectivo análisis.

*Estimación de cantidades y costos:* a través del entorno del modelo se generar reportes de cuantificación de los materiales del activo, y así se pueda controlar y estimar los costos totales.

*Revisión del diseño:* en la revisión se validan los aspectos del diseño (incluye especialidades). La visualización se realiza en el entorno virtual y se prevén los criterios como seguridad, iluminación, ergonomía, texturas, colores donde se corrobora el cumplimiento dispuesto de la normativa vigente.

*Análisis estructural:* en esta etapa se determina el sistema estructural en base a su comportamiento. La simulación permite determinar la efectividad del sistema, eficiencia y constructibilidad.

*Análisis lumínico:* por medio de los modelos de información se evalúan las propiedades y necesidades de las áreas a iluminar, del cual se acogen de normas y estándares.

*Análisis energético de las instalaciones:* en esta etapa se evalúan todos los modelos que contengan mecanismo de energización; para optimizar costos de lo que ya se ha diseñado.

*Análisis de constructibilidad:* previo a la etapa de construcción se revisa minuciosamente, la existencia de posible obstáculos y fallas no consideradas en el diseño.

Este paso es importante para evitar retrasos en la programación, sobrecostos, reelaboración. De ser posible, se revisa toda la fase de formulación del diseño.

*Análisis de otras ingenierías:* del modelo de información se dota de sistemas que complementen los requerimientos de la inversión.

*Evaluación de sostenibilidad:* se apoya como base de estándares, a partir del modelo de información. La evaluación en etapas tempranas permite un diseño eficiente y una base de datos verídica y confiable.

*Supervisión del modelo de información:* el supervisor designado por la entidad, revisa y analiza los modelos de información desarrolladas en fases anteriores.

*Detección de interferencias e incompatibilidades:* para detectar interferencias de geometría, puede iniciarse con recorridos virtuales de manera visual; sin embargo, si se desea conocer mucho más a fondo de las interferencias se usan software que automatizan esta función de manera rápida.

*Planificación de la fase de ejecución:* permite planificar las etapas o fases constructivas, a partir del modelo de información. En la etapa de construcción es importante conocer el cronograma, porque permite optimizar el tiempo.

*Diseño de sistemas constructivos para la ejecución:* sea el caso se requiera diseñar el tipo de encofrados, soportes temporales, paneles de vidrio; se utiliza el modelo de información para su planificación.

*Fabricación digital:* a través del modelo creado se pueden facilitar en crear prototipos de elementos constructivos; como corte de tubos, planchas, estructuras de acero.

*Planificación de obras preliminares y provisionales:* mediante la ubicación y representación gráfica creada, se pueden lograr crear este tipo de actividades, el cual se enlaza al cronograma de obra general.

*Control de equipos para montaje:* para mayor control de la adquisición de equipos, se pueden enlazar a los modelos de información la tecnología (GPS) que se está utilizando para guiar la movilización de la ejecución física.

*Modelo de información As-built:* este modelo es primordial para el seguimiento post construcción de los proyectos. Proporciona la información necesaria ante posibles ampliaciones u operación.

*Gestión de activos:* la existencia de repercusiones financieras se puede evaluar con el As built.

*Programación de operación mantenimiento:* el activo es monitoreado en esta fase, y se aplican programación de operación, de esa manera se logran reducir costos de reparación y costos generales

*Análisis de los sistemas del activo:* se realizan comparaciones con el diseño planteado inicialmente (incluye sistema mecánico y de energía) y todo ello por medio del CFD.

*Gestión y seguimiento del espacio activo:* el entorno permite aplicarlo en fases de remodelación por medio del modelo de información final. Se administra y rastrean apropiadamente los espacios y recursos.

*Planificación y prevención de desastres:* se puede acceder a la información crítica o vulnerable del activo, a partir del modelo de información y poder atender aspectos de respuestas rápidas ante emergencias, identificando posibles soluciones.

## **B. Nivel de información necesaria**

Dentro de la nota de la Guía Nacional BIM, el nivel de información necesaria (también denominado “LOIN”) debe contener la data esencial para cumplir objetivos y requisitos propuesto en la inversión. En tal sentido, en el LOIN se detalla cómo queda definido el alcance para cada entregable, el cual dependerá de la suma de dos niveles de información; el nivel de detalle “LOD” y nivel de información “LOI” [54].

El primero, “LOD” corresponderán los alcances que contienen información gráfica, o lo que también se entiende como detalles geométricos. El segundo, “LOI” corresponderán los alcances de información no gráfica.

$$\begin{array}{ccccc} \text{LOIN} & = & \text{LOD} & + & \text{LOI} \\ \text{(Nivel de Información} & & \text{(Nivel de Detalle)} & & \text{(Nivel de} \\ \text{Necesaria)} & & & & \text{Información)} \end{array}$$

MATRIZ DE NIVEL DE DETALLE (LOD)					
Nivel de detalle	LOD 1	LOD 2	LOD 3	LOD 4	LOD 5
Referencia	Elementos representados de forma Conceptual	Elementos representados de forma generica	Elementos representados de forma definida	Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)	Representación de elementos verificados (As-built)
DESCRIPCIÓN	<p><b>*Detalle geométrico:</b> Los elementos BIM son modelados como una volumetría, masa o elemento, de forma esquemática para estimar áreas, volumen, costo, orientación entre otros.</p> <p><b>*Dimensiones BIM:</b> Adecuado para obtener información de las dimensiones 0D (punto de ubicación), 1D (Línea o curva), 2D (Vector), 3D (modelo).</p> <p><b>*Ubicación</b> Ubicación y orientación aproximados</p> <p><b>*Apariencia</b> Puede considerar transparencia, colores en la superficie para representar los tipos de elementos.</p> <p><b>*Comportamiento paramétrico:</b> No requiere ingresar información paramétrica.</p> <p><b>Nota:</b> Las características de los elementos BIM tienen muy altas probabilidades de cambiar al avanzar el diseño.</p>	<p><b>*Detalle geométrico:</b> Los elementos BIM son modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de tamaño y forma generica. Suficiente para medir el largo, ancho, alto y el diámetro. No presenta detalles o elementos adicionales.</p> <p><b>*Dimensiones BIM:</b> Adecuado para obtener información de las dimensiones 2D (Vector), 3D (modelo).</p> <p><b>*Ubicación</b> Ubicación referencial, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o ubicación relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p><b>*Apariencia:</b> Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p><b>*Comportamiento paramétrico:</b> Se requiere ingresar información paramétrica de manera parcial</p> <p><b>Nota:</b> Las características de los elementos BIM tienen altas probabilidades de cambiar al</p>	<p><b>*Detalle geométrico:</b> Los elementos BIM son modelado como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño y forma definida. Suficiente para medir el largo, ancho, alto y diámetro del elemento y otras formas geométricas que componen el diseño, como capa de acabados en muro y el perfil H de una vigas metálica.</p> <p><b>*Dimensiones BIM:</b> Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p><b>*Ubicación</b> Ubicación definida, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o ubicación relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p><b>*Apariencia</b> Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p><b>*Comportamiento paramétrico:</b> Se requiere ingresar información paramétrica de manera completa.</p> <p><b>Nota:</b> Las características de los elementos BIM</p>	<p><b>*Detalle geométrico:</b> Los elementos BIM son modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño, forma detallada. Suficiente para medir de forma precisa. Incluye elementos de diseño necesarios para la fabricación, instalación y montaje, como piezas, anclajes, soportes y conexiones.</p> <p><b>*Dimensiones BIM:</b> Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p><b>*Ubicación</b> Ubicación definida, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p><b>*Apariencia</b> Puede considera transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p><b>*Comportamiento paramétrico:</b> Se requiere ingresar información paramétrica de manera completa.</p> <p><b>Nota:</b> Las características de los elementos BIM</p>	<p><b>*Los elementos BIM representan el tamaño, forma, ubicación, cantidad, orientación y cualquier otra información relevante, del proyecto terminado.</b></p> <p><b>*Dimensiones BIM:</b> <b>Adecuado para obtener información de la desarrollado en la dimensión 3D (modelo).</b></p> <p><b>Nota:</b> Las características de los elementos BIM reflejan el estado actual fidedigna del proyecto terminado.</p>

Fig. 21. Formato de presentación del Nivel de Detalle LOD. [54]

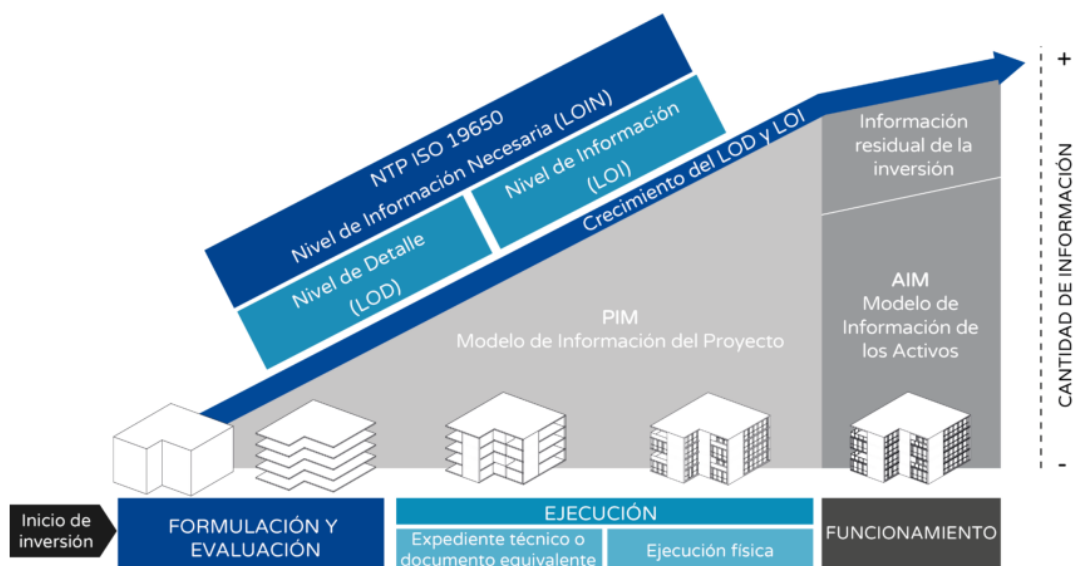
MATRIZ DEL NIVEL DE INFORMACIÓN (LOI)						
Nivel de información	LOI 1	LOI 2	LOI 3	LOI 4	LOI 5	
Referencia	<b>Suficiente información para la identificación y la prefactibilidad</b>	<b>Suficiente información para la investigación y la factibilidad</b>	<b>Suficiente información para el diseño</b>	<b>Suficiente información para la construcción</b>	<b>Suficiente información para la gestión de activos</b>	
DESCRIPCIÓN	<p><b>*Identificación de los elementos:</b> Identificación referencial, como el nombre.</p> <p><b>*Contenido de información:</b> Los elementos BIM contiene información que describe el tipo, características y condiciones espaciales que deberá considerar el diseño.</p> <p><b>Nota:</b> Describe la intención del diseño y no contiene parámetros con valores técnicos.</p>	<p><b>*Identificación de los elementos:</b> Identificación general, como el nombre, tipo y categoría.</p> <p><b>*Contenido de información:</b> Los elementos BIM contienen información general de las propiedades técnicas, que puedan ser basados de normas o estándares de diseño relacionados.</p> <p><b>Nota:</b> Indica las propiedades generales que cumplen con los requisitos de diseño.</p>	<p><b>*Identificación de los elementos:</b> Identificación específica, como el nombre, tipo y categorización, códigos o sistema de clasificación nacional o internacional.</p> <p><b>*Contenido de información:</b> Los elementos BIM contienen información detallada y valores estimados de las propiedades técnicas.</p> <p>Puede utilizar metadatos, atributos y parámetros para procesar información específica como costos, rendimiento energético, análisis estructural, condiciones medioambientales, entre otros.</p> <p><b>Nota:</b> Indica especificaciones técnicas que cumplen con las propiedades generales del elemento.</p>	<p><b>*Identificación de los elementos:</b> Identificación específica, indicando marca y modelo del proveedor.</p> <p><b>*Contenido de información:</b> Los elementos BIM contienen información definida para la compra de los activos del proyecto.</p> <p>Puede utilizar metadatos, atributos y parámetros para procesar información específica en obra, como costos, datos para la fabricación, control de seguridad y salud, entre otros.</p> <p><b>Nota:</b> Indica especificaciones técnicas que ofrece el proveedor, los cuales cumple con las propiedades generales del elemento.</p>	<p><b>*Identificación de los elementos:</b> <b>Identificación específica, indicando el código del activo y utilizar formatos de intercambio de información (Open BIM) según requiera el sistema de gestión de activos.</b></p> <p><b>*Contenido de información:</b> <b>Los elementos contienen información específica del activo que requiere mantenimiento. Asimismo, se asocia documentos relevantes para la gestión de activos como manuales de mantenimiento, funcionamiento, especificaciones técnicas o información requerida por los Requisitos de Información de los Activos (AIR).</b></p> <p><b>Nota:</b> Las propiedades específicas que deben transferirse a una base de datos de activos.</p>	
	<b>DOCUMENTOS DE APOYO</b>					
	<p><b>Tipos de documentos:</b> Los documentos de apoyo proporcionan información relevante de los sistemas y/o elementos que puedan ser asociados en los distintos Niveles de información según los requisitos de información de la inversión. como por ejemplo: fotografías, imágenes, bocetos dibujados, esquemas gráficos, informes, especificaciones técnicas, manual de la instalación, manual de operaciones y mantenimiento, entre otros.</p> <p><b>Formas para asociar los documentos al modelo de información:</b>            *Los documentos son insertados dentro del contenedor de información.            *Los documentos son vinculados en los elementos dentro del contenedores de información a través de enlaces URL.            *Los documentos son anexados al contenedor de información y referencia a los elementos BIM a través de códigos o nombres para identificarlos.</p>					

Fig. 22. Formato de presentación del Nivel de Información LOD. [54]

Una vez culminado el Modelo de Información del Proyecto “PIM”, se evalúa que información es necesaria para que se elabore el Modelo de Información del Activo “AIM”. El PIM y AIM la NTP-ISO 19650-1 los define de la siguiente manera:

El *PIM* contiene el detallado de la geometría, ubicaciones de los equipos, requisitos que debe rendir una vez diseñado el proyecto, métodos constructivos, programación, costos y detalles específicos de los sistemas, componentes, equipamiento, requisitos de mantenimiento. Este modelo se almacena en archivos para evaluación a largo plazo; con propósitos de auditoría.

El *AIM* respalda los procesos realizados del PIM, como gestión de activos; cotidianos y estratégicos de la parte que designa [55].



**Fig. 23.** Avances del nivel de Información. [54]

### C. Roles BIM

Vienen a ser las funciones asignadas a una o un grupo de personas dentro del marco de la inversión BIM. Los roles pueden llegar a ser asumidos por los funcionarios que se desempeñan en la actualidad en las entidades públicas [54]. Los roles a asignarse son los siguientes:

*Líder BIM:* se encarga de gestionar, diseñar y liderar, los procesos concernientes a BIM a nivel organizacional.

*Gestor BIM:* establece los requisitos de inversiones; en conjunto con el Líder BIM.

*Coordinador BIM:* se encarga de realizar la coordinación para el desarrollo de los modelos de información de todas las especialidades.

*Modelador BIM:* se encarga de elaborar los modelos de información, dependiendo a los requisitos de información y que dicho modelo alcance el LOIN establecido.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Tipo y Diseño de la Investigación**

#### **Tipo de Investigación**

La investigación es de carácter cuantitativa y de tipo tecnológica; utiliza instrumentación con respecto a la recolección de datos a través de una medición sistemática para la comprobación de teorías

#### **Diseño de Investigación**

Esta investigación consiste en recopilar datos cuantificables (estudio de suelos, topográficos) partiendo desde un objeto de estudio (diseño de infraestructura educativa), haciendo uso de herramientas computacionales (herramientas BIM) por lo que el tipo de diseño a utilizar es cuasiexperimental.

### **2.2. Variables, Operacionalización**

#### **Variable Independiente**

Diseño de la Infraestructura Educativa Secundaria “Chongoyape”.

#### **Variable Dependiente**

Aplicación de la Metodología BIM en la propuesta de diseño

## Operacionalización

**Tabla V**  
Variable independiente

Variable de estudio	Dimensiones	Indicadores	Sub indicadores	Ítems	Técnica De Recolección De Datos (R.D.)	Instrumentación DE R.D.	Escala de medición	
<b>(Independiente) Diseño de la Infraestructura Educativa Secundaria "Chongoyape".</b>	Estudio de topografía	Curvas de Nivel	Cotas	msnm	Observación	Guía de Observación	Estación Total	
		Coordenadas UTM	Sistema WGS84	m			Nivel	
			Área	m <sup>2</sup>			GPS	
		Geometría	Longitud				Información Satelital	
	Estudio mecánica de suelos	P. Físicas y Químicas	Cont. De Humedad		W%	Observación y Procesamiento de información	Guía del Procesamiento de la información	Horno
			A. Granulométrico		T.M.			Mallas
			Límite de Atterberg		W%			Copa de Casagrande
			Cont. De Sales					Beaker
	Análisis Estático Lineal	Diseño de componentes estructurales	P. Mecánicas	Corte Directo	Kg/cm <sup>2</sup>	Procesamiento de información	Guía del Procesamiento de la información	Horno Parafina
				Diseño de Elementos de Concreto Armado (C.A.)				
			Diseño de Elementos de					



Albañilería Confinada (A.C)					
T. Pushover					
Análisis Estático No Lineal	Desempeño Sísmico	Curva de Capacidad	Procesamiento de información	Guía del Procesamiento de la información	
Análisis de Daños					

Nota: Las dimensiones e indicadores se desarrollan en resultados y la instrumentación en anexos

**Tabla VI**

Variable dependiente

Variable de estudio	Dimensiones	Indicadores	Sub indicadores	Ítems	Técnica De Recolección De Datos (R.D.)	Escala de medición
<b>(Dependiente) Aplicación de la Metodología BIM En El Proyecto</b>	Modelo 3D BIM	Creación de Interoperabilidad de especialidades	Modelado Estructuras (Revit)	E.	Procesamiento de información	Análisis de Procesamiento de la información
			Modelado Arquitectura (Revit)	A.		
			Modelado MEP (Revit)	I.E.- I.S.		
	Modelo 4D BIM	Planificación de construcción	Programación de Construcción (Naviswork)		Procesamiento de información	Análisis de Procesamiento de la información
	Modelo 5D BIM	Cuantificación de Material	Metrados Estructuras		Procesamiento de información	Análisis de Procesamiento de la información
Modelo 7D BIM	Mantenimiento	Programa de Monitoreo (Naviswork)		Procesamiento de información	Análisis de Procesamiento de la información	

Nota: Las dimensiones e indicadores se desarrollan en resultados y la instrumentación en anexos

## **2.3. Población y Muestra**

### **Población**

La población es la propuesta de una nueva Infraestructura Educativa de gestión pública en el distrito de Chongoyape 3destinada para 4 niveles (un laboratorio, una sala de estudios y 10 aulas)

### **Muestra**

La muestra son las características físicas, mecánicas y topográficas del terreno donde se procederá a realizar el diseño.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnicas de Recolección de Datos**

Las técnicas usadas son:

Observación:

Con la técnica de observación se podrán obtener datos como detalles topográficos y geotécnicos, con la ubicación, desniveles y clasificación del tipo de suelo en estudio.

Procesamiento de Información

Se harán en base a la normatividad y uso de herramientas computacionales correspondiente para cada actividad secuencial fijados en cada variable, con esta técnica se obtendrá el diseño de elementos de la infraestructura, así como la verificación en el rango no lineal, por último, se unificará la información procesada en base a los estándares BIM.

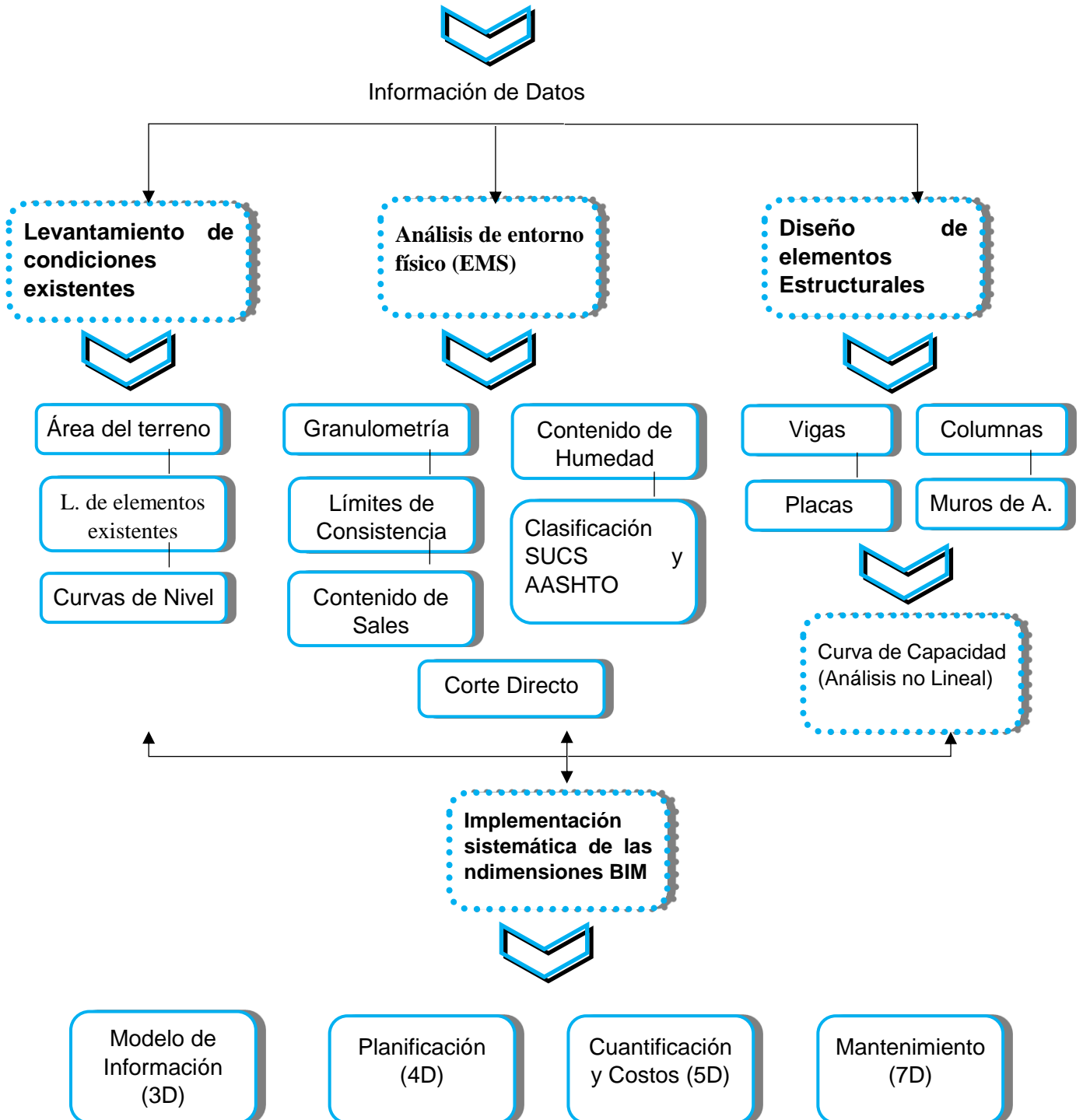
### **Instrumentos de Recolección de Datos**

Para el estudio mecánica de suelos se utilizarán formatos propios del laboratorio. En cuanto al levantamiento topográfico se utilizará una libreta campo para así realizar el plano de ubicación respectivo.

Para el diseño de los elementos estructurales se utilizarán formatos de memoria de cálculo, de igual manera la verificación en el rango no lineal. Por último, los planos, metrados y presupuesto se almacenarán en un solo entorno computacional del cual se generarán su propio formato.

## **2.5. Procedimiento de análisis de Datos**

**APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL**



**Fig. 24.** Procedimiento para Análisis de Datos.

## **2.6. Criterios Éticos**

La presente tesis no recopila investigaciones sin antes ser debidamente referenciadas, dando un aporte íntegro de lucha antiplagio y ética profesional. Los datos recolectados cuentan con total veracidad y confiabilidad, además del procesamiento computacional.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Resultados**

**Obtener las propiedades físico-mecánicas del terreno a través del Estudio Mecánica de suelos y un estudio topográfico de la I.E.S. “Chongoyape”.**

##### **Estudio Topográfico**

El estudio de topografía que se realizó tuvo como fin obtener las características físicas del terreno, es decir la delimitación por colindancia, desniveles, cotas, área total, área construida, perímetro, entre otros. Los cuales resultan útiles para desarrollar los puntos de mayor interés con referencia a los objetivos de la investigación; además de constituir la data de entrada para la incursión con la metodología BIM.

##### ***Datos del Proyecto***

La I.E.S. “Chongoyape”, está ubicada en el departamento de Lambayeque, provincia de Chiclayo, distrito de Chongoyape, Sector N° 01 Ramón Castilla, Av Chiclayo 2526 Mz 103 Lote 5. La cantidad de aulas funcionales son de 30, además de 3 laboratorios (física, química y biología); bajo una población estudiantil de aproximadamente 874 estudiantes (hombres y mujeres), una sola entrada y salida para ambos turnos (mañana y tarde). El área superficial de terreno según el título de propiedad es de 21,056.40m<sup>2</sup> y menos del 50% construido, lo que corresponde según la Norma Técnica de MINEDU; un terreno tipo III.

##### ***Metodología para el Estudio***

Se realizó el levantamiento topográfico a partir de la puesta en terreno de los aparatos de topografía, así también se determinaron puntos estratégicos para la colocación de las estaciones y referencias de los BM (Bench Marck). El procedimiento consistió en utilizar el método de radiación, para mayor facilidad, rapidez y exactitud, además se corroboraron por cada estación la precisión de la toma de puntos radiados y en gabinete se desarrollaron las ecuaciones correspondientes para encontrar las

coordenadas finales de la poligonal. Los resultados que se obtuvieron corresponden a coordenadas UTM georreferenciadas; este y norte bajo el sistema WGS84 zona 17, en cuanto a la elevación o cotas se determinó la superficie en estudio con la interacción del Global Mapper y Autocad Civil 3D.

**Tabla VII**

Cotas BM de referencia

<b>VERTICE</b>	<b>COTA</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
<b>BM-01</b>	202.8	677237.600	9266229.854
<b>BM-02</b>	205.1	677387.297	9266250.483
<b>BM-03</b>	206.8	677543.521	9266125.035
<b>BM-04</b>	205.6	677408.838	9266095.922

Nota: Los BM se tomaron de puntos marcados en campo

**Tabla VIII**

Coordenadas finales del polígono resultante.

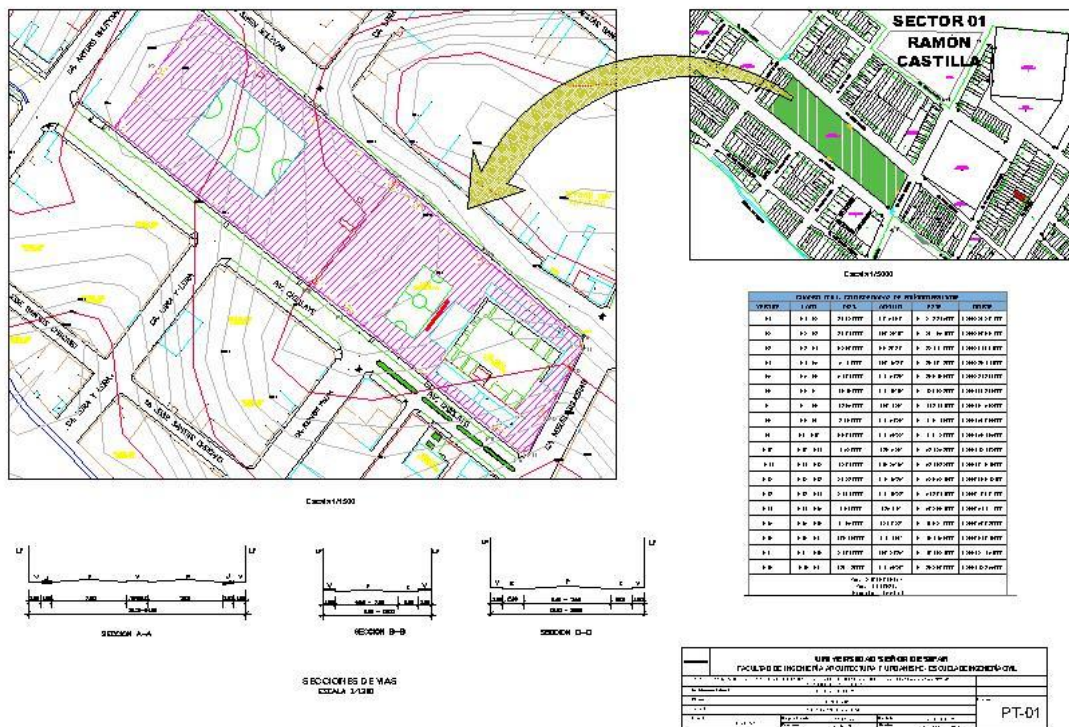
<b>VERTICE</b>	<b>LADO</b>	<b>DIST. (m)</b>	<b>ANGULO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
<b>P1</b>	P1 - P2	39.92	90°54'51"	677273.345	9266229.207
<b>P2</b>	P2 - P3	39.01	180°26'40"	677297.654	9266260.867
<b>P3</b>	P3 - P4	82.8	86°30'31"	677321.17	9266291.991
<b>P4</b>	P4 - P5	5.79	180°15'31"	677384.073	9266238.144
<b>P5</b>	P5 - P6	54.01	179°54'38"	677388.488	9266234.399
<b>P6</b>	P6 - P7	18.16	179°48'16"	677429.623	9266199.396
<b>P7</b>	P7 - P8	43.85	180°1'28"	677443.411	9266187.582
<b>P8</b>	P8 - P9	3.96	179°51'26"	677476.718	9266159.068
<b>P9</b>	P9 - P10	68.01	179°58'22"	677479.72	9266156.485
<b>P10</b>	P10 - P11	4.52	138°5'28"	677531.253	9266112.102
<b>P11</b>	P11 - P12	12.01	146°25'15"	677531.832	9266107.616
<b>P12</b>	P12 - P13	29.23	178°45'35"	677526.5248	9266096.842
<b>P13</b>	P13 - P14	21.94	179°48'23"	677513.044	9266070.907
<b>P14</b>	P14 - P15	4.81	135°9'8"	677502.861	9266051.477
<b>P15</b>	P15 - P16	17.65	124°0'23"	677498.27	9266050.03

<b>P16</b>	P16 - P17	106.18	179°46'9"	677484.456	9266061.018
<b>P17</b>	P17 - P18	24.01	180°21'35"	677401.624	9266127.451
<b>P18</b>	P18 - P1	139.73	179°56'20"	677382.8	9266142.355

Nota: Las coordenadas finales se ajustaron con referencia a datos existentes en campo

Así también, del levantamiento topográfico se obtuvo un área 21018.0981 m<sup>2</sup>, perímetro de 715.59 m, cota máxima de 206 msnm y mínima de 201 msnm.

Según la inspección del terreno a nivelar se encontró que se encuentra con un área de infraestructura existente de 1826.168 m<sup>2</sup>. La diferencia de cotas demuestra que su topografía es ligeramente llana y según los resultados obtenidos en los programas, la superficie y elevaciones se encuentran aptas para la superposición al modelador BIM.





### ***Exploración en Campo***

La técnica de exploración en campo que se llevó a cabo, fue de excavación abierta; el cual permitió visualizar de forma directa la composición del terreno. Se excavaron de manera estratégica 3 calicatas (C1, C2 y C3) de dimensiones 1.5x1.5x3.0 m de profundidad, que exige como mínimo la norma técnica de MINEDU (Criterios Generales de Diseño para infraestructura educativa). El proceso de obtención de muestras consistió; en realizar un reconocimiento de la ubicación de la infraestructura existente, correspondiente a módulos compuesto por aulas, de manera que la excavación se realice a pocos metros de la ubicación del mismo. Durante la excavación, se reconocieron visualmente estratos de suelo y de los cuales se extrajeron 3 capas por calicata.

Casi la totalidad de muestras obtenidas fueron del tipo alterada en bolsa de plástico (Mab); y sólo las muestras para ensayos de corte fueron del tipo inalterada en tubo de pared delgada (Mit).

### ***Resultados de laboratorio***

#### **A. Clasificación de Suelos, Límites de Atterberg, Humedad y Sales Solubles**

La clasificación de las muestras de suelo extraídas, se realizaron mediante dos métodos; SUCS y AASHTO, de las cuales se basaron en las normas NTP 339.134 (ASTM D 2487-17) y ASTM D3282 respectivamente. Para ello, se realizaron ensayos por tamizado (granulometría), límites de Atterberg (límite líquido y plástico) y contenido de humedad natural. Además, se determinaron el contenido de sales solubles en el suelo, basado en la NTP 399.152.

#### **Calicata N°1: C-1**

De 0.40 a 1.30 metros, *la muestra 1* presenta Arcilla de alta plasticidad, de color beige, plasticidad de 35%, humedad natural de 17.8% y consistencia semidura. Identificado en el sistema SUCS como CH.

De 1.30 a 1.80 metros, *la muestra 2* presenta Limo de alta plasticidad con Arena, de color amarillo claro, plasticidad de 39%, humedad natural de 11% y consistencia suelta. Identificado en el sistema SUCS como MH.

De 1.80 a 3.0 metros, *la muestra 3* presenta Arcilla arenosa de baja plasticidad, de color amarillo oscuro, plasticidad de 15%, humedad natural de 5.5% y consistencia suelta. Identificado en el sistema SUCS como CL.

### **Calicata N°2: C-2**

De 0.00 a 1.40 metros, *la muestra 1* presenta Arcilla de alta plasticidad con arena, de color beige, plasticidad de 36%, humedad natural de 32.7% y consistencia compacta. Identificado en el sistema SUCS como CH.

De 1.40 a 2.0 metros, *la muestra 2* presenta Arcilla de alta plasticidad, de color amarillo claro, plasticidad de 44%, humedad natural de 19% y consistencia suelta. Identificado en el sistema SUCS como CH.

De 2.0 a 3.0 metros, *la muestra 3* presenta Arcilla de baja plasticidad con arena, de color amarillo oscuro, plasticidad de 14%, humedad natural de 13% y consistencia suelta. Identificado en el sistema SUCS como CL.

### **Calicata N°3: C-3**

De 0.00 a 1.45 metros, *la muestra 1* presenta Arcilla de baja plasticidad, de color beige, plasticidad de 20%, humedad natural de 29% y consistencia compacta. Identificado en el sistema SUCS como CL.

De 1.45 a 2.10 metros, *la muestra 2* presenta Limo de alta plasticidad, de color amarillo claro, plasticidad de 42%, humedad natural de 7.6% y consistencia suelta. Identificado en el sistema SUCS como MH.

De 2.10 a 3.0 metros, *la muestra 3* presenta Arcilla arenosa de baja plasticidad, de color amarillo oscuro, plasticidad de 12%, humedad natural de 16.9% y consistencia suelta. Identificado en el sistema SUCS como CL.

**Tabla IX**

Cuadro resumen de clasificación de calicatas.

UBICACIÓN	N° CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	% HUMEDAD	GRANULOMETRÍA		CLASIFICACIÓN		LÍMITES		
					% QUE PASA N°4	% QUE PASA N°200	SUCS	AASHTO	L.L.	L.P.	I.P.
posterior Pabellón A	1	M-1	0.40-1.30	17.80	100.00	87.70	CH	A-7-6(33)	55.00	20.00	35.00
		M-2	1.30-1.80	11.00	100.00	78.80	MH	A-7-5(35)	76.00	37.00	39.00
		M-3	1.80-3.00	5.50	100.00	68.40	CL	A-6(8)	34.00	19.00	15.00
posterior Pabellón A	2	M-1	0.00-1.40	32.70	96.20	75.70	CH	A-7-6(27)	55.00	19.00	36.00
		M-2	1.40-2.00	19.00	100.00	98.00	CH	A-7-5(53)	79.00	35.00	44.00
		M-3	2.00-3.00	13.00	100.00	71.10	CL	A-6(9)	34.00	20.00	14.00
posterior Pabellón C	3	M-1	0.00-1.45	29.00	99.20	87.80	CL	A-6(17)	37.00	17.00	20.00
		M-2	1.45-2.10	7.60	100.00	96.50	MH	A-7-5(50)	78.00	36.00	42.00
		M-3	2.10-3.00	16.90	100.00	50.90	CL	A-6(3)	30.00	18.00	12.00

Nota: La ubicación de la exploración geológica por calicata se realizó en base a la cercanía de las aulas existentes

No se encontraron durante las excavaciones filtraciones de agua (Nivel Freático).

Además de identificar y clasificar al suelo en estudio, era necesario conocer el contenido de sales que podría resultar perjudicial para las propiedades de los materiales usados en toda la infraestructura a largo plazo, empezando desde la cimentación.

Los ensayos en laboratorio, dan como resultado que el suelo presenta una leve concentración de sales solubles.

**Tabla X**

Cuadro resumen del contenido de sales solubles totales por calicata.

<b>UBICACIÓN</b>	<b>N° CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	<b>SALES SOLUBLES TOTALES (ppm)</b>
<b>posterior Pabellón A</b>	1	M-2	1.30-1.80	26.25
<b>posterior Pabellón A</b>	2	M-2	1.40-2.00	39.37
<b>posterior Pabellón C</b>	3	M-2	1.45-2.10	19.69

Nota: Se tomó solo una muestra por calicata para la obtención de sales solubles

### **B. Corte Directo**

Los ensayos de las muestras inalteradas para corte directo se basaron en la normativa NTP 339.171 (ASTM D3080). El procedimiento que se llevó a cabo fue del tipo consolidado – drenado, del cual a medida que avanza el proceso de consolidación se incrementa la fuerza normal y se procede al registro del desplazamiento. Se iniciaron la aplicación de fuerzas a partir de 1.0 hasta 4.0 kg/cm<sup>2</sup>.

La obtención de la capacidad portante del terreno  $q_a$  se basa en la teoría de Terzagui, respecto para dos tipos de cimentación superficial; continua y aislada (ver resultados en anexos). El cálculo se da a partir de la caracterización física y mecánica,

geometría de la cimentación y un mecanismo de falla. La fórmula adoptada para el diseño es de cimentación continua:

$$q_d = \left(\frac{2}{3}\right) C * N'_c + \gamma * D_f * N'_q + 0.5\gamma * B * N'_y \quad \dots \quad \text{Falla Local}$$

Una vez obtenido la capacidad de carga límite  $q_d$  se divide por un factor de seguridad de 3.0.

**Calicata N°1: C-1, M-2**

Df	:1.50 m
B	:1.00 m
Cohesión	:0.17
Ángulo	:18.24°
FS	:3
$q_d$	:2.25 kg/cm <sup>2</sup> (mínimo adoptado)
$q_a$	:0.75 kg/cm <sup>2</sup>

**Calicata N°2: C-2, M-2**

Df	:1.50 m
B	:1.00 m
Cohesión	:0.18
Ángulo	:19.23°
FS	:3
$q_d$	:2.34 kg/cm <sup>2</sup> (mínimo adoptado)
$q_a$	:0.78 kg/cm <sup>2</sup>

### **Calicata N°3: C-3, M-2**

Df :1.50 m

B :1.00 m

Cohesión :0.17

Ángulo :18.88°

FS :3

$q_d$  :2.30 kg/cm<sup>2</sup> (mínimo adoptado)

$q_a$  :0.77 kg/cm<sup>2</sup>

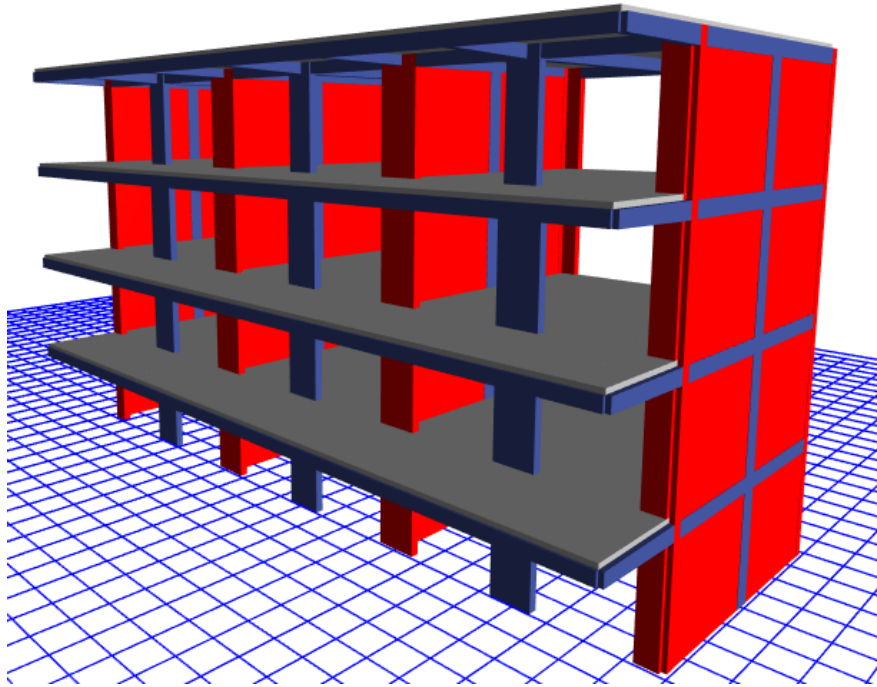
**Diseñar los elementos estructurales por medio de un análisis estático lineal basado en la normativa peruana E.030, E.060 Y E.070.**

#### ***Configuración del proyecto.***

La infraestructura educativa que se proyecta es un módulo que consta de cuatro niveles, principalmente compuesto por aulas; más solo el primer nivel está destinado a un laboratorio y una sala de lectura.

La geometría, distribución de áreas y vanos son simétricos en ambos sentidos. Cuenta con un área total de 186.17 m<sup>2</sup> y cuyas dimensiones son de 24.4 m de largo y 7.65 m de ancho. La altura de entrepiso en todos los niveles es de 3.40 m.

Los elementos estructurales que lo componen esta acorde a lo establecido por la norma E-030 (Art. 17); es decir estructuras de concreto que reflejen un comportamiento estructural de tipo dual compuesto por pórticos y placas; y además estructuras de albañilería. El sistema dual está orientado principalmente en la dirección x-x, mientras que el sistema de albañilería confinada en la dirección y-y; sin embargo, se cuenta con tres pórticos de concreto armado en esta dirección. El sistema de losa es de tipo aligerada con orientación a la dirección x-x.



**Fig. 26.** Modelo 3D de Estructuras software Etabs.

### ***Dimensionamiento***

Las secciones se sobreestimaron del planteamiento empírico y de recomendaciones de las normas E-060 y E-070; obteniendo como dimensiones finales lo siguiente:

**Tabla XI**

Dimensiones de los elementos constitutivos

<b>Elemento/Código</b>	<b>Sección Piso Típico (cm)</b>	<b>Sección Último Piso (cm)</b>
<b>Vigas</b>		
V-1-P	25x55	25x45
V-3-P	30x60	30x45
V-5-NP	25x35x40	25x35x40
V-6-NP	30x35x60	30x35x45
<b>Columnas</b>		



C-1-T	45x120x25x30	45x90x25x30
<b>Losa</b>		
L-1	20	20
<b>Placas</b>		
PL-1	25	25
PT-1	25	25
<b>Albañilería</b>		
MA-1	23	23
C-2-C	25x25	25x25
V-4-C	25x40	25x40

Nota: La secciones de viga NP refiere a los de tipo no prismático

### **Consideraciones Lineales de los Materiales.**

Dado que se espera una óptima respuesta estructural, los elementos de concreto armado y acero deben disponer de gran capacidad elástica (módulo elástico). Así también los elementos de muros de albañilería se consideraron acorde a la normativa E-070 (Art. 5.3 y 13.9), de tipo King Kong industrial.

Los elementos estructurales se diseñaron con los siguientes materiales:

**Tabla XII**

Materiales usados en software

<b>Elemento real</b>	<b>Elemento Software</b>	<b>Resistencia de diseño</b>	
<b>Vigas, Columnas</b>	Frame		
<b>Placas</b>	Wall - Shell (Thin)	f'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Losa</b>	Slab - Shell (Thin)	fy=4200 kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Muro de Albañilería</b>	Wall - Shell (Thin)	f'm=65 kg/cm <sup>2</sup>	v'm=8.1 kg/cm <sup>2</sup>

Nota: La resistencia está en base a diseños estandarizados (concreto) y normativo (muros)

### **Designación de Cargas.**

Las cargas de gravedad; carga viva y muerta, aplicadas al modelo estuvieron sobrepuestas en áreas de losa y vigas. La carga muerta corresponde al peso propio de la edificación; cuyo cálculo lo realiza directamente el software; sin embargo, fueron aplicados sobre área de losa; las cargas de piso terminado y peso del ladrillo de techo; además las cargas de los tabiques se aplicaron de manera lineal sobre las vigas. La carga viva se consideró acorde a las disposiciones de la norma E-020; en tanto a sobrecargas en aulas, biblioteca, laboratorio, corredores y azotea.

**Tabla XIII**

Cargas aplicadas al modelo

<b>Tipo de Carga</b>	<b>Piso</b>	<b>Cargas</b>
<b>WD</b>		
Piso terminado	Típico	100 kg/cm <sup>2</sup>
Ladrillo de techo	Típico	72 kg/cm <sup>2</sup>
Tabique	Típico	142 y 375 kg/m
<b>WL</b>		
Aulas	Típico	250 kg/cm <sup>2</sup>
Biblioteca	1°	300 kg/cm <sup>2</sup>
Laboratorio	1°	300 kg/cm <sup>2</sup>
Corredores	Típico	400 kg/cm <sup>2</sup>
Azotea	Típico	125 kg/cm <sup>2</sup>

### 3.2.4. Peso Sísmico.

La estimación del peso se configuró de acuerdo a la disposición de la norma E-030 (Art. 26), considerando que la infraestructura corresponde a una categoría de uso esencial tipo A2, el software sólo consideró el 50% de carga viva asignada.

**Tabla XIV**

Peso sísmico de la edificación

<b>Tipo de Carga</b>	<b>100% (Tn)</b>	<b>100%WD+50%WL (Tn)</b>
WD	706.61	706.61
WL	243.30	121.65
<b>Total</b>	<b>949.91</b>	<b>828.26</b>

***Fuerzas Laterales Equivalentes o Análisis lineal Elástico (ALE).***

Se obtuvo las fuerzas laterales equivalentes en todos los niveles del edificio una vez asignado los grados de libertad en la base, los diafragmas rígidos en losas y brazos rígidos en los nodos de los elementos viga-columna. La restricción de desplazamientos en x – y- z se consideró para las estructuras de concreto y para las estructuras de albañilería se permitió la rotación. Los nodos se consideraron infinitamente rígidos.

Para el cálculo de la cortante en la base la norma E-030 (Art. 28.2.1) establece que la edificación en estudio debe ser clasificada en base a los parámetros sísmicos (PS).

**Tabla XV**

Factor de zona sísmica (Z)

<b>Ubicación</b>		<b>Fracción de aceleración (g)</b>
Departamento	Lambayeque	<b>0.45</b>
Provincia	Chiclayo	
Región	Costa	
<b>Zona</b>	<b>4</b>	

**Tabla XVI**

Factor de importancia (U)

<b>Categoría</b>		<b>Factor</b>
Esencial	Institución Educativa	<b>1.5</b>

**Tabla XVII**

Factor suelo (S)

<b>Periodos</b>		<b>Factor</b>
Tp:	1	<b>1.1</b>
Tl:	1.6	
<b>Suelo</b>	Flexible	

**Tabla XVIII**

Factor de amplificación de sismo (C)

<b>Condicionante</b>		<b>Factor</b>
T=h/Ct	h:13.6 m	<b>2.5</b>
	Ct: 60	
T<Tp	0.23<1	

**Tabla XIX**

Factor de reducción de fuerzas de sismo (R)

	<b>Condicionante</b>	<b>Condicionante</b>
	<b>x-x</b>	<b>y-y</b>
Ro:	7	3
la, lp:	1	1
<b>R= Ro*la*lp</b>	<b>7</b>	<b>3</b>

**Tabla XX**

Cortante en la base

	Z:	0.45	Lambayeque/Chiclayo
<b>PS</b>	U:	1.5	A2
	S:	1.1	S3
	C:	2.5	T<Tp
<b>Vs</b>	ZUCSP:	<b>1537.46</b>	Fuerza de sismo (Tn)
<b>PS</b>	Rx:	7	Dual, la=lp=1
	Ry:	3	Albañilería, la=lp=1
<b>Vex</b>	ZUCSP/Rx:	<b>219.64</b>	Cort. en la base (Tn) x-x
<b>Vey</b>	ZUCSP/Ry:	<b>512.49</b>	Cort. en la base (Tn) y-y

Obtenido la cortante en la base para cada dirección de análisis se procedió a calcular las fuerzas horizontales en cada nivel, de acuerdo a la norma E-030 (Art. 28.3).

**Tabla XXI**

Distribución de fuerzas laterales de sismo estático

Nivel	Peso (Tn)	Hi (m)	Pi*hi^k	alfai	Dirección x-x		Dirección y-y	
					Fi x-x: alfai*Ve	Qie x-x (Tn)	Fi y-y: alfai*Ve	Qie y-y (Tn)
<b>Piso 4</b>	171.10	13.6	2327.00	0.34	<b>75.32</b>	75.32	<b>175.75</b>	175.75
<b>Piso 3</b>	218.06	10.2	2224.20	0.33	<b>71.99</b>	147.32	<b>167.99</b>	343.74
<b>Piso 2</b>	218.06	6.8	1482.80	0.22	<b>48.00</b>	195.31	<b>111.99</b>	455.73
<b>Piso 1</b>	221.04	3.4	751.54	0.11	<b>24.33</b>	219.64	<b>56.76</b>	512.49
		<b>Suma Pi*hi^k</b>	6785.5					

Adicionalmente, con los resultados de la excentricidad propia de la estructura y la accidental, se calculó el momento torsor en cada nivel que se produciría en el centro de masas del diafragma rígido preestablecido.

**Tabla XXII**

Distribución de momento torsor por nivel

Nivel	Dirección x-x					Dirección y-y				
	Qie x-x (Tn)	Eacc. x-x.	Eest. x-x.		Mt x-x (Tn- m)	Qie y-y (Tn)	Eacc. x-x.	Eest. x-x.		Mt y-y (Tn- m)
		5%	Xcm	Xcr			5%	Ycm	Ycr	
<b>Piso4</b>	75.32	0.52	12.86	11.7	<b>126.74</b>	175.75	1.17	6.62	6.6	<b>95.56</b>
<b>Piso3</b>	147.32		12.87	11.7	<b>249.4</b>	343.74		6.62	6.58	<b>194.66</b>
<b>Piso2</b>	195.31		12.87	11.7	<b>330.66</b>	455.73		6.61	6.56	<b>262.32</b>
<b>Piso1</b>	219.64		12.87	11.7	<b>371.82</b>	512.49		6.45	6.54	<b>219.29</b>

### 3.2.6. Análisis modal Espectral.

Para la realización del análisis dinámico, se obtuvieron los modos de vibración como indica la norma E-030 (Art. 29.1); que contempla tres grados de libertad por diafragma. Resultando el mayor porcentaje de participación modal en el sentido traslacional x-x en un 100% de masas efectivas.

**Tabla XXIII**

Tres primeros modos de vibración

Modo	Periodo	U x-x	U y-y	R z-z
1	<b>0.249</b>	0.798	0	0
2	<b>0.160</b>	0	0.759	0.077
3	<b>0.139</b>	0	0	0.751

**Tabla XXIV**

Porcentaje de masas efectivas

Item	Estático	Dinámico
	%	%
U x-x	100	100
Uy-y	100	100
U z-z	0	0

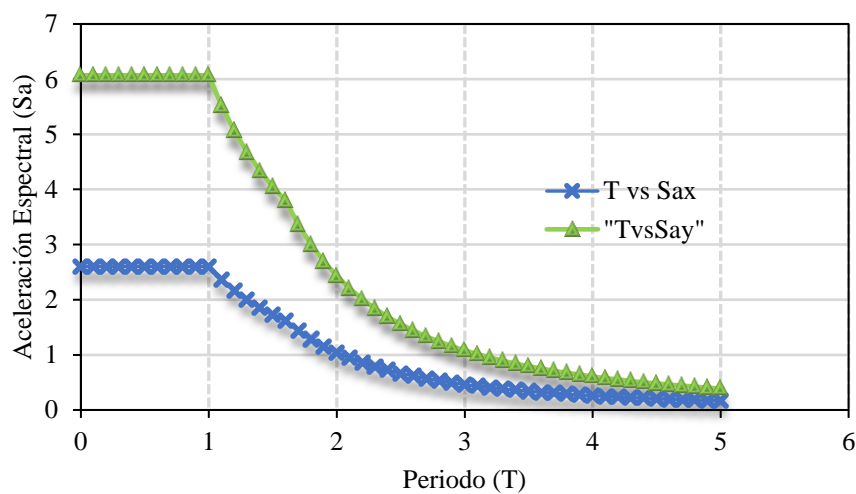
Como siguiente paso, se construyó el espectro de aceleraciones en base a los valores de los parámetros sísmicos de la norma E-030. El espectro utilizado en el software contenía datos en función del periodo (de 0 a 5 segundos) y el valor que le corresponde a la amplificación del sismo:

**Tabla XXV**

Factores de conversión para el espectro de pseudoaceleraciones

Espectro E-030 (2018)	Factor x-x	Factor y-y
	ZUSg/R	ZUSg/R
	1.041	2.428

Nota: El factor representa un factor de escala que es insertado en el análisis dinámico



**Fig. 27.** Construcción del espectro de pseudoaceleraciones por cada dirección de análisis.

Una vez insertado el espectro se configuró en el software el criterio de combinación modal cuadrática completa (E-030 Art. 29.3.2) para obtener la respuesta elástica máxima que resultan de los modos de vibración propio del edificio.

**Tabla XXVI**

Fuerzas cortantes de sismo dinámico (S.D.)

Nivel	S.D. x-x		S.D. y-y	
	Vid x (Tn)	Vid y (Tn)	Vid y (Tn)	Vid x (Tn)
Piso 4	<b>52.215</b>	0.834	<b>112.677</b>	1.825
Piso 3	<b>111.645</b>	1.758	<b>248.315</b>	3.985
Piso 2	<b>151.970</b>	2.338	<b>341.440</b>	5.549
Piso 1	<b>169.235</b>	2.578	<b>389.173</b>	6.014

***Control de Regularidad y desplazamientos.***

Para ser clasificada la edificación como regular, la norma E-030 (Art. 19) establece que no debe presentar irregularidades en altura y planta. Las mismas se han corroborado de los resultados por cada dirección de análisis.

**Tabla XXVII**

Factor de I. De piso blando

Nivel	S.D. x-x			S.D. y-y			Factor
	Stiff. x (Tn/m)	0.7 ks	0.8 kprom	Stiff. y (Tn/m)	0.7 ks	0.8 kprom	
Piso4	<b>46168.97</b>	32318.28		<b>96349.62</b>	67444.73		<b>1</b>



<b>Piso3</b>	<b>32730.49</b>	22911.34		<b>70457.58</b>	49320.30	
<b>Piso2</b>	<b>82699.26</b>	57889.48	30165.09	<b>156221.14</b>	109354.80	60298.62
<b>Piso1</b>	<b>97962.19</b>			<b>151931.52</b>		

**Tabla XXVIII**

Factor de I. Piso débil

<b>Nivel</b>	<b>S.D. x-x</b>		<b>S.D. y-y</b>		<b>Factor</b>
	<b>Vid x (Tn)</b>	<b>0.8 Vs</b>	<b>Vid y (Tn)</b>	<b>0.8 Vs</b>	
<b>Piso4</b>	<b>52.21</b>	41.77	<b>112.67</b>	90.14	<b>1</b>
<b>Piso3</b>	<b>111.64</b>	89.31	<b>248.31</b>	198.65	
<b>Piso2</b>	<b>151.97</b>	121.57	<b>341.44</b>	273.15	
<b>Piso1</b>	<b>169.23</b>		<b>389.17</b>		

**Tabla XXIX**

Factor de I. De masa.

<b>Nivel</b>	<b>Peso (Tn)</b>	<b>1.5 Ms</b>	<b>Factor</b>
<b>Piso 4</b>	171.10	1.27	<b>1</b>
<b>Piso 3</b>	218.06	1.00	
<b>Piso 2</b>	218.06	1.01	
<b>Piso 1</b>	221.04		

**Tabla XXX**

Factor de I. De geometría vertical y discontinuidad de sistemas resistentes.

<b>Irreg.</b>	<b>Factor</b>
Geom. Vertical	<b>1</b>
Disc.de Sist. Resis.	

No se comprobó existencia de irregularidad en Altura.

**Tabla XXXI**

Factor de I. De esquinas entrantes, discontinuidad de diafragmas y sistemas no paralelos.

<b>Irreg.</b>	<b>Factor</b>
Esq. Entrantes	
Disc.de Diaf.	<b>1</b>
Sist. no Paral.	

La irregularidad referida a torsión no se ha calculado debido a que el máximo desplazamiento relativo es menor al 50% permitido del análisis dinámico. No se comprobó existencia de irregularidad en planta.

Del software se compararon los resultados de desplazamientos laterales de los dos tipos de análisis insertados. Para la obtención de los desplazamientos máximos permitidos por la normativa E-030 (Art. 31), se calculó el 75 % del coeficiente R de reducción sísmica como factor de multiplicidad con dichos desplazamientos; debido a que la edificación es de simetría regular. Así también se comprobó que las derivas no superan el 7/1000 ni 5/1000 de la citada norma (Art. 32). Resultando que la distorsión de entrepiso inelástica máxima sucede con el tipo de sismo estático.

**Tabla XXXII**

Derivas máximas del s.d. y sismo estático (S.E.)

<b>Nivel</b>	<b>S.E. x-x</b>	<b>S.E. y-y</b>	<b>S.D. x-x</b>	<b>S.D. y-y</b>
--------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

	Drift elástico o x-x	Drift inelástico o x-x	Drift elástico o x-x	Drift inelástico o x-x	Drift elástico o x-x	Drift inelástico o x-x	Drift elástico o x-x	Drift inelástico o x-x
<b>Piso 4</b>	0.0004	<b>0.0022</b>	0.0004	<b>0.0010</b>	0.0004	<b>0.0018</b>	0.0004	<b>0.0008</b>
<b>Piso 3</b>	0.0006	<b>0.0029</b>	0.0006	<b>0.0013</b>	0.0005	<b>0.0024</b>	0.0005	<b>0.0012</b>
<b>Piso 2</b>	0.0007	<b>0.0035</b>	0.0007	<b>0.0015</b>	0.0006	<b>0.0029</b>	0.0006	<b>0.0014</b>
<b>Piso 1</b>	0.0004	<b>0.0020</b>	0.0005	<b>0.0012</b>	0.0003	<b>0.0017</b>	0.0005	<b>0.0011</b>

### Diseño de elementos estructurales.

Las estructuras de concreto armado fueron diseñadas para resistir las combinaciones de fuerzas amplificadas bajo las consideraciones establecidas en la E-060 (Art. 9.2). Para la presente infraestructura educativa se utilizaron 5 combinaciones de carga:

$$C_1 = 1.4WD + 1.7WL$$

$$C_2 = 1.25(WD + WL) \pm SIS_{xx}$$

$$C_3 = 1.25(WD + WL) \pm SIS_{yy}$$

$$C_4 = 0.9WD \pm SIS_{xx}$$

$$C_5 = 0.9WD \pm SIS_{yy}$$

Debido a que la carga dinámica en la base no presenta el 80% (estructuras regulares E-030 Art.29.4) de la estática; la carga perteneciente al sismo, se escaló proporcionalmente. Resultando como cortante de diseño lo siguiente:

**Tabla XXXIII**

Cortante de sismo o diseño

	Dirección x- x	Dirección y- y
Ve:	219.637	512.487
Vd:	169.235	389.172

Factor:	1.038	1.053
<b>SIS:</b>	<b>175.710</b>	<b>409.990</b>

Para el diseño correspondiente en el sentido de dirección x, se clasificó el tipo de sistema dual al cual pertenece, como lo determina la norma E-060 (Cap. 21). La cortante que absorben los muros se encuentra dentro del rango del tipo II (< 60%).

**Tabla XXXIV**

Porcentaje de absorción de cortantes en muros (WALL-PIER)

Nivel	Pier	V22 (Tn)
	Px1	9.091
	Px2	8.694
	Px3	22.373
Piso	Px4	21.755
1	Px5	22.395
	Px6	21.735
	Px7	9.091
	Px8	8.694
<b>Total</b>		<b>123.832</b>
<b>%Ve</b>		<b>56.38%</b>

Definido el tipo de sistema; se realizó el diseño para vigas, columnas y muros estructurales con las disposiciones de la E-060 (Art. 21.5, 21.6, 21.7 y 21.9) y ACI-318-08 (modificación de factores en software: tensión (0.9), compresión (0.7), corte/torsión/sísmico (0.85)) y detallado en los anexos 3

En el sentido de dirección y, una vez cumplidos los requisitos mínimos (E-070 Art. 19) de esfuerzo máximo por carga axial y densidad mínima, los muros de albañilería confinada se analizaron y diseñaron bajo dos consideraciones de Sismos; severo y moderado estipulado en la E-070 (Cap. 8). Se verificaron que los muros no se llegaran a fisurar ante un sismo moderado y resistiesen al corte ante un sismo severo; así

también los muros deberán contar con refuerzo horizontal en el primer piso, puesto que presenta más de tres niveles. Los elementos de confinamiento fueron diseñados bajo las disposiciones del Art. 27.3. En el anexo 3 se detalla lo mencionado.

Las cuantías de acero obtenidas en cada elemento fueron conFig.das en el modelo; con fines de verificación no lineal y continuidad de la metodología BIM (exportación al software Revit-v.21). En resumen, el acero se distribuyó de la siguiente manera:

**Tabla XXXV**

Área de acero de los elementos constitutivos ingresados en software.

<b>Elemento/Código</b>		
<b>Vigas</b>	<b>Top Bars I/J (cm2)</b>	<b>Bottom Bars I/J (cm2)</b>
V-1-P	7.92	6.54
V-1-P (4°Piso)	3.96	3.96
V-3-P	5.70	7.92
V-3-P (4°Piso)	7.92	7.92
V-5-NP	5.70	7.92
V-6-NP	6.50	6.50
V-6-NP (4°Piso)	3.96	3.96
<b>Columnas</b>	<b>Area Section Designer (cm2)</b>	
C-1-T	51.48	
<b>Placas</b>	<b>Acero vertical (cm2)</b>	<b>Acero horizontal (cm2)</b>
PL-1	1.42	2.54
PT-1	1.42	2.54
<b>Albañilería</b>	<b>Área (cm2)</b>	
C-2-C	7.74	
V-4-C	6.50	

**Justificación del diseño planteado a través de un análisis no lineal estático, con la técnica de Pushover.**

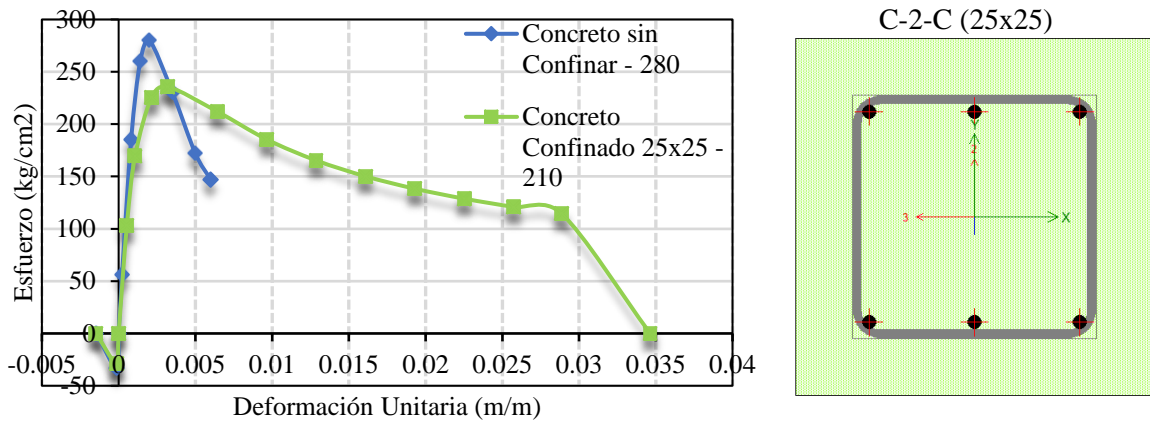
***Objetividad.***

Calculados las disposiciones de diseño basados en resistencia de la superestructura de la edificación bajo normativa peruana, se procedieron a determinar la curva de capacidad y nivel de desempeño cuando la demanda sísmica llegue a ser equivalente al diseñado con parámetros lineales y además cuando el sismo sea el máximo esperado. El diseño no lineal (ANLE) de la presente edificación se basaron en criterios y estándares internacionales; entre ellos el ASCE/SEI 41-17, SEAOC, HAZUS y ATC-40.

***Parámetros No Lineales de los Materiales.***

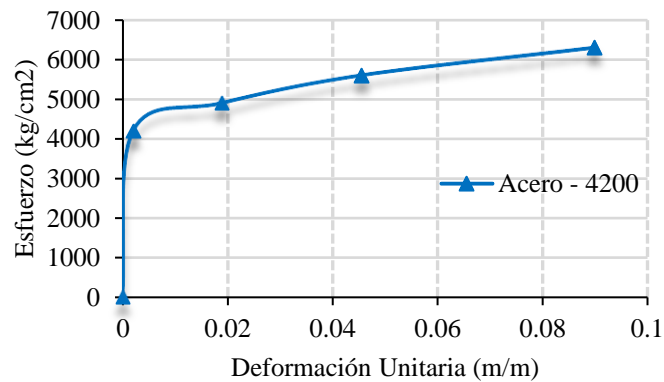
Las estructuras de concreto utilizaron tipos de modelos de comportamiento no lineal definidos por **Mander**. Para elementos de concreto no confinado se consideró una capacidad de deformación máxima de 0.005. La curva elástica para el concreto confinado (esfuerzo-deformación) considera además del refuerzo longitudinal, la distribución de refuerzo transversal; los cuales generan una elevación de sobre esfuerzo y ductilidad. La deformación unitaria o el punto donde se concentra la máxima cantidad de fuerzas es aproximadamente 0.002.

A continuación, se presenta la Fig. 28, donde el caso de la columna de confinamiento 25x25 cm<sup>2</sup> llega a un máximo esfuerzo de concreto confinado de 235 kg/cm<sup>2</sup> y la máxima deformación llega hasta 0.028 m/m. La curva elástica del concreto sin confinar (elementos que componen pórticos) alcanza un esfuerzo máximo de 280 kg/cm<sup>2</sup>.



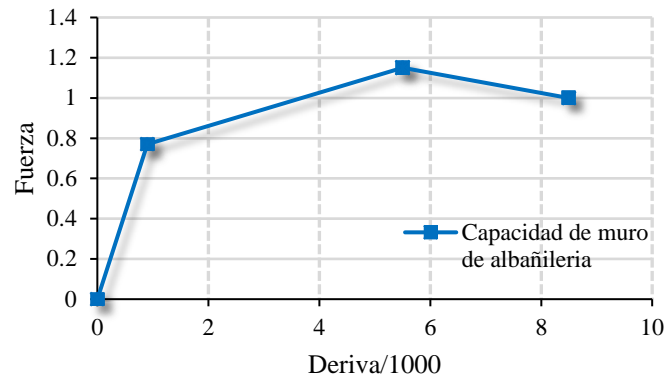
**Fig. 28.** Curva esfuerzo-deformación del concreto confinado y sin confinar

Para el acero corrugado se consideró un tipo de modelo **Simple** como idealización de comportamiento no lineal. Además, la deformación unitaria máximo se estableció como 0.09 y lo que correspondería a esfuerzos de fluencia y última se consideraron 4200 y 6300 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.



**Fig. 29.** Curva elástica del acero corrugado

Por otro lado, para las estructuras de albañilería confinada, se aplicó un modelo matemático basado en calibraciones de la investigación de [47] que idealizaría el comportamiento sísmico no lineal más aproximado al real. El proceso consistió en la creación de un elemento frame de concreto con medidas y propiedades lineales que corresponden a los muros de albañilería propuestos. La fuerza máxima vendría a ser 1.15 % de la cortante normativa (E-070 Art. 26.3); vs 0.54 % de deriva como límite operacional. La curva de capacidad del muro se presenta a continuación.



**Fig. 30.** Curva trilineal del muro de albañilería. [47]

**Tabla XXXVI**

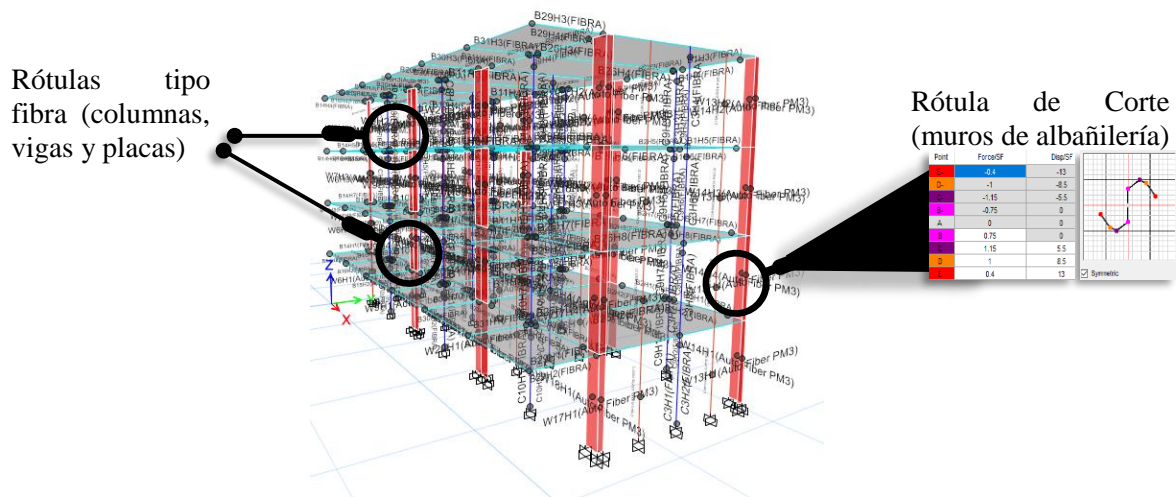
Materiales no lineales usados en software

Elemento real	Elemento Software	Modelo idealizado / Modelo histerético
Vigas, Columnas	Frame	
Placas	Wall - Shell (Thin)	Mander / Concrete Simple / Kinematic
Losa	Slab - Shell (Membrana)	
Muro de Albañilería	Frame	Column of Shear / Pivot

***Modelo plástico y Comportamiento No Lineal.***

Se utilizó un modelo distribuido de plasticidad del tipo fibra para los elementos de viga-columna y muros, recomendado por el NIST – GCR – 10-917-5. Las rótulas plásticas para vigas y columnas considerarían una deformación controlada P-M2-M3 a un 10% de su longitud. En cuanto a las rótulas para muros de albañilería la deformación controlada se da con V3 (rótulas de corte). Para la idealización del comportamiento inelástico en las placas, las rótulas deben presentar la cuantía de acero obtenida del diseño lineal.





**Fig. 31.** Modelo 3D con asignación de modelos no lineales equivalentes.

Con estas consideraciones de rótulas tipo fibra ya no sería necesario programar en el modelo factores de rigideces efectivas (Tablas del ASCE-SEI 41-17); puesto que ya se están considerando dentro del modelo; así lo determina el ACI 318-19 (R.A.8.4).

### ***Análisis por cargas de empuje incremental o Pushover (ANLE).***

Se realizaron dos tipos de casos de carga no lineales; una por Gravedad (GNL) y otra por el caso de carga Monotónica (PUSH x-x y PUSH y-y), considerando las disposiciones del ASCE-SEI 41-17 (Art. 7.4.3.2).

Para la creación del caso de carga por GNL se consideraron factores del 100% y 50% de carga viva y muerta respectivamente. Las condiciones iniciales de análisis programadas parten desde una deformación nula hasta que las cargas gravitacionales lleguen a tal punto de deformar a la estructura y disminuir su rigidez.

Para los casos de carga PUSH x-x y PUSH y-y las cargas monotónicas aplicadas están en función del modo con mayor participación de masa; es decir para el caso de dirección x-x corresponderá al modo 1; y la dirección en y-y el modo 2. Para ambos casos, las condiciones iniciales de análisis inician con cargas de gravedad (del GNL) y el nodo de control más cercano al centro de masa es el punto 4.

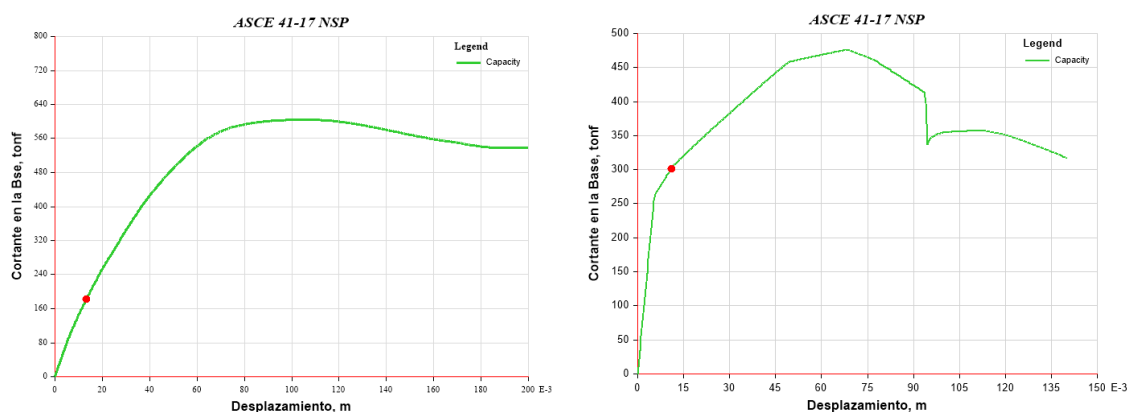
**Tabla XXXVII**

Cargas de empuje incremental push x-x y push y-y

Nivel	PUSHi x-x (Tn)	PUSHi y-y (Tn)
<b>Piso 4</b>	206.265	186.494
<b>Piso 3</b>	422.595	357.104
<b>Piso 2</b>	557.959	448.172
<b>Piso 1</b>	604.409	476.340

**Curva de Capacidad y nivel de respuesta ante un sismo raro**

La curva de capacidad se obtuvo por cada dirección de análisis para un sismo raro (objetivo de diseño de la E-030), basando la respuesta sísmica no lineal bajo dos métodos de análisis del punto de desempeño. Con el método de coeficientes del ASCE/SEI 41-17 (Cap. 7) se calculó el punto de desempeño a partir de ciertos parámetros, que pueden ser calculados de manera manual; por ello pudo verificarse con los obtenidos por defecto en el software. Para la determinación de la intersección del espectro de Demanda y el de Capacidad de la edificación que es propio del método del FEMA 440, se utilizaron los resultados por defecto del software.



(a)

(b)

**Fig. 32.** Curva de Capacidad y punto de desempeño con el ASCE/SEI 41-13 obtenido de Software: (a) Análisis en dirección x-x; y (b) Análisis en dirección y-y.

Tabla XXXVIII

Parámetros del método de coeficientes y respuesta en el punto de desempeño.

Parámetros del ASCE/SEI 41-17			
$C_0$	1.3	$\alpha$	90
$C_{1(x,y)}$	1.18, 1.47	$T_{e(x,y)}(sec)$	0.353, 0.188
$k_{e(x,y)}(\frac{Tn}{m^2})$	16046.64, 48550.85	$S_{a(x,y)}(g)$	0.265, 0.619
$k_{i(x,y)}(\frac{Tn}{m^2})$	16046.64, 48550.85	$V_{yxx}(Tn)$	101.49
$T_{i(x,y)}(sec)$	0.353, 0.188	$V_{yyy}(Tn)$	262.24
$C_{2(x,y)}$	1.018, 1.045	$Weight (Tn)$	905.77
$uStrength$	2.13	$C_m$	1
Punto de Desempeño ASCE/SEI 41-17			
<b>PUSH x-x</b> $V(Tn)$	183.2089	$\delta(cm)$ x-x	1.331
<b>PUSH y-y</b> $V(Tn)$	301.3282	$\delta(cm)$ y-y	1.097

Se observa en la Fig. 32 (a) que el desempeño de la curva de capacidad en la dirección x, se encontraría aparentemente sin gran repercusión de daño. Con respecto a la Fig. 32 (b) de la dirección y, el punto de desempeño se encontraría dentro del inicio del rango no lineal.

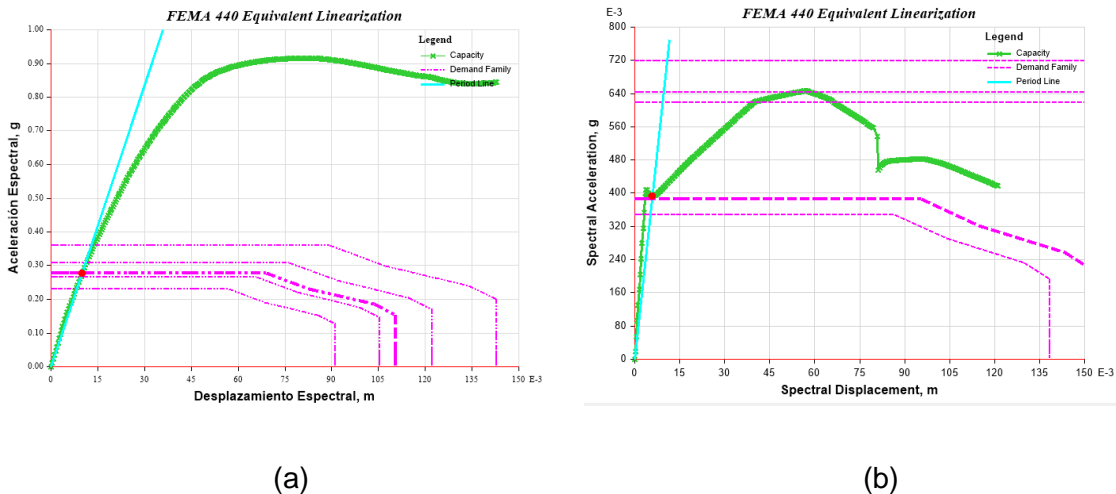


Fig. 33. Curva Espectral de Capacidad Vs Espectro de Demanda (E-030 2018)

obtenido de software: (a) Análisis en dirección x-x; y (b) Análisis en dirección y-y.

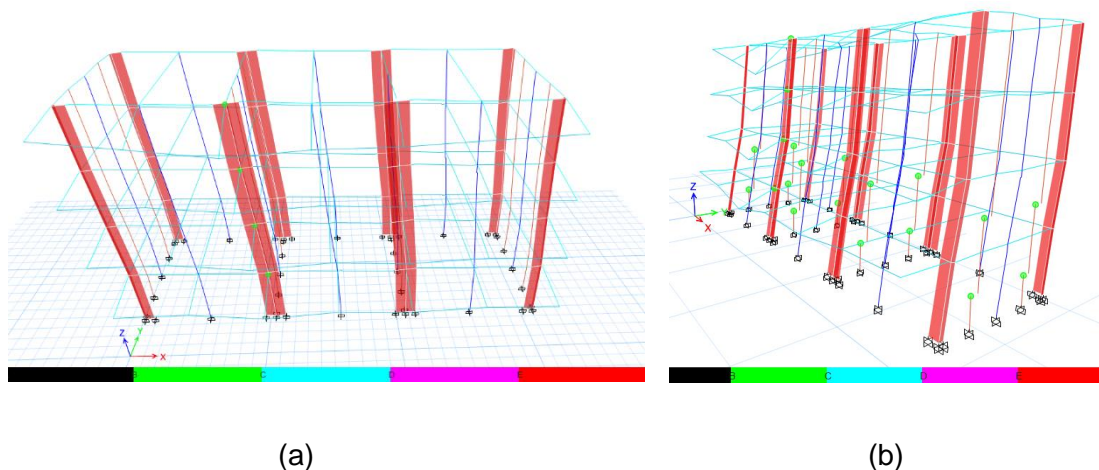
**Tabla XXXIX**

Respuesta de desempeño por el método de espectro de capacidad y demanda

<b>Punto de Desempeño FEMA 440</b>			
$S_{a(x,y)}(g)$	0.27844, 0.3939	$S_{d(x,y)}(m)$	0.01, 0.0057
<b>PUSH x- x V(Tn)</b>	185.9743	<b>Desp(cm) x-x</b>	1.3561
<b>PUSH y- y V(Tn)</b>	279.8183	<b>Desp(cm) y-y</b>	0.7914

Se observa en la Fig. 33 (a) que el desempeño de la curva de capacidad en la dirección x, presentaría un desplazamiento casi equivalente con el anterior análisis. Con respecto a la Fig. 33 (b) de la dirección y, el punto de desempeño presenta un valor de cortante y desplazamiento inferior en 7% y 21% respectivamente.

Los mecanismos de falla que presentan las rótulas asignadas por cada elemento estructural, se detallan en el anexo 4 por cada eje o modelo analizado.

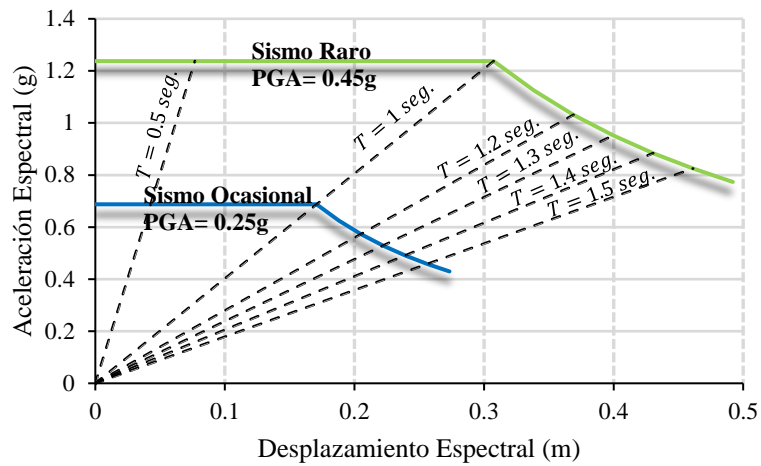


**Fig. 34.** Formación de Rótulas plásticas en el punto de desempeño: (a) Análisis en dirección x-x; y (b) Análisis en dirección y-y.

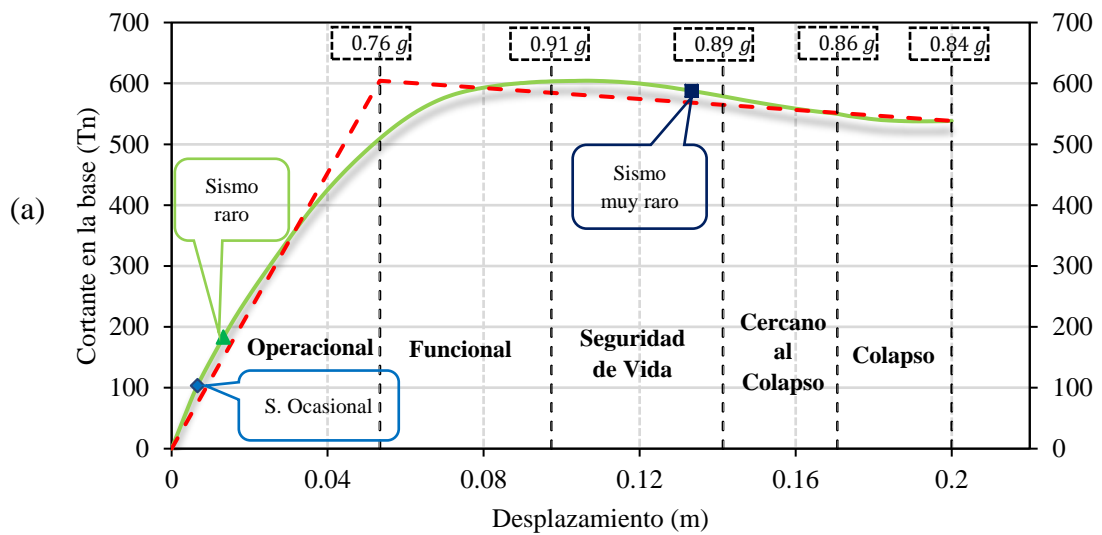
***Nivel de desempeño***

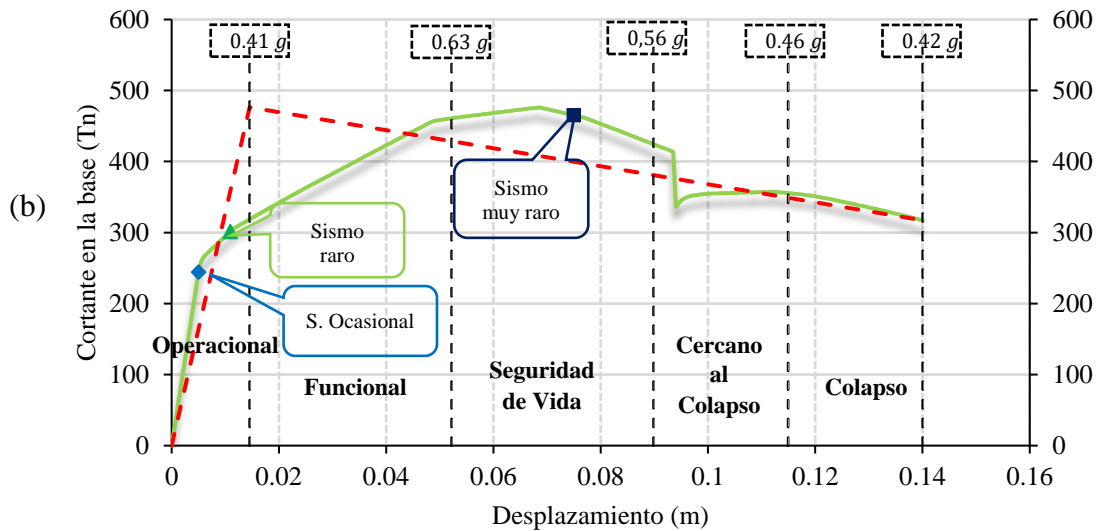
Las sectorizaciones de los niveles de Desempeño se realizaron bajo las disposiciones que exige el SEAOC VISION 2000. Primero, se asignaron dos espectros de aceleraciones que conciernen a la demanda sísmica ocasional y la demanda del

sismo muy raro. Además, se verificaron por cada dirección de análisis si el valor de ductilidad disponible es mayor a la requerida por cada dirección de análisis.



**Fig. 35.** Espectro de Sismos de Demanda para un tipo de suelo flexible.





**Fig. 36.** Curva de Capacidad por niveles de desempeño (E-030 2018) obtenido de software: (a) Capacidad en dirección x-x; y (b) Capacidad en dirección y-y.

**Tabla XL**

Relación de ductilidad requerida y disponible

	<b>PUSHi x-x</b>	<b>PUSHi y-y</b>
<b><math>\mu_{disponible}</math></b>	3.745	9.63
<b><math>\mu_{requerida}</math></b>	2.496	5.15

Los resultados de la Fig. 36 (a) muestran que la estructura llegaría a un desplazamiento máximo de 20 cm, con una resistencia cortante máxima de 538.34 Tn. La falla última de la estructura se asocia a la incursión cercana al colapso de los elementos de placas intermedias del primer piso (tipo T), columnas centrales, y la falla inminente de gran porcentaje de vigas en dirección longitudinal. Para un sismo ocasional y raro (de diseño) la estructura se encontraría dentro de la etapa operacional, y para un sismo máximo o muy raro se encontraría dentro del rango de seguridad de vida. La ductilidad requerida o de demanda es un 66.6% de la disponible o propia de la estructura.

En cuanto, a los resultados de la Fig. 36 (b) se muestra que la estructura llegaría a un desplazamiento máximo de 14 cm, con una resistencia cortante máxima de 560

Tn. La falla última de la estructura se asocia a la incursión cercana al colapso de los elementos de muros de albañilería del primer piso de dirección transversal. Para un sismo ocasional y raro (de diseño) la estructura se encontraría dentro de la etapa operacional, y para un sismo máximo o muy raro se encontraría dentro del rango de seguridad de vida. La ductilidad requerida o de demanda es un 53.6% de la disponible o propia de la estructura.

A continuación, se muestra en la Tabla XLI una matriz con la verificación de desempeño que exige el cuerpo normativo para los tres niveles de peligros sísmicos, ocasional, raro y muy raro. El nivel que presenta color amarillo indica el desempeño esperado, mientras que los de color verde indica el desempeño alcanzado.

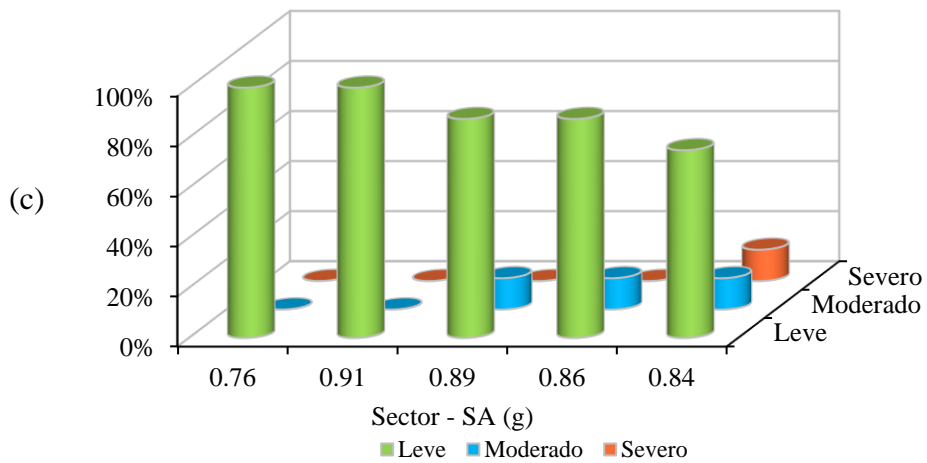
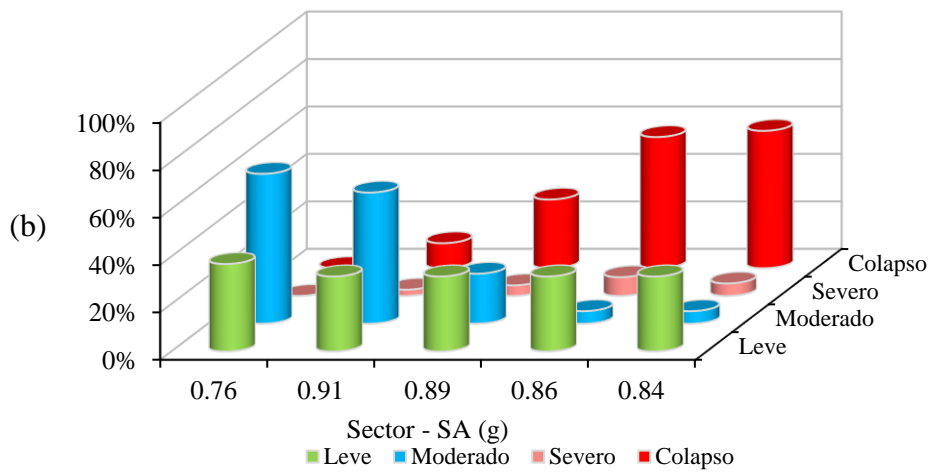
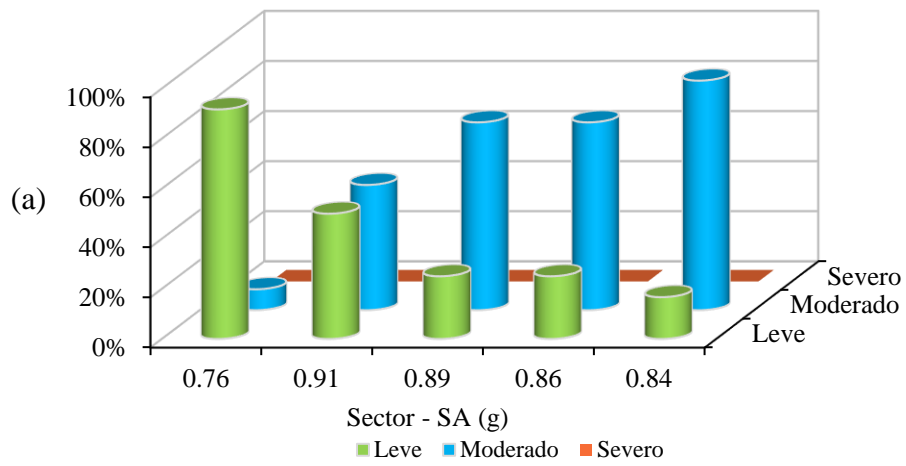
**Tabla XLI**

Verificación del nivel de desempeño exigido

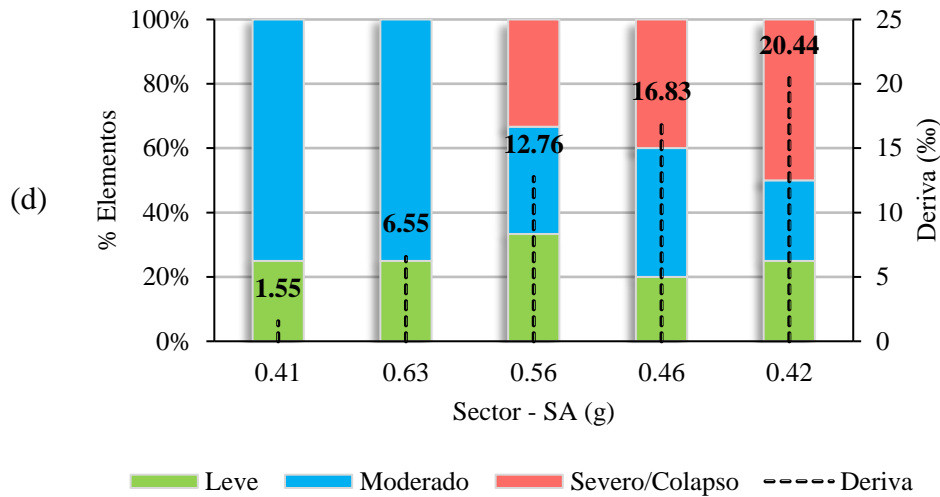
Desempeño: Estructura Esencial		Operacio nal	Funcion al	Segurid ad de Vida	Cercano al Colapso	Colaps o
Nivel de Peligr o de Sism o	S. Ocasional PGA=0.25g					
	S. Raro PGA=0.45g					
	S. Muy Raro					

### **Análisis de Daños**

La caracterización de daños en rótulas plásticas se realizaron tanto para elementos locales como para toda la estructura o global. Los indicadores locales se evaluaron en base a las disposiciones del ATC 40, y los globales rige de lo dispuesto en HAZUS 99. De manera detallada en los anexos 4 se presentan los resultados de desempeño de las rótulas plásticas y fibras en vigas, columnas y placas por nivel de entrepiso más crítico.







**Fig. 37.** Indicadores Locales de Daño de la estructura propuesta: (a) Columnas, (b) vigas, (c) placas y (d) muros de albañilería.

En las Fig.s 37 se clasifican los niveles de daño (leve, moderado, severo y colapso) en base a la investigación de [45] partiendo de establecer, la curvatura máxima (elementos de concreto armado) y de [41] en cuanto a porcentaje de deriva (muros de albañilería) en los cuatro niveles de entrepiso.

La evaluación se realiza hasta una SA de 0.84 g en dirección de análisis Pushover x, que se asocia al colapso inminente. Las columnas no presentarían gran repercusión de daño cercano al colapso; sin embargo, se observa que en una SA de 0.91 g el 50% ya se contaría con daños moderados y las vigas además de presentar daños de este tipo (66%) en los últimos niveles un 11% estarían llegando al colapso.

La evaluación en el sentido transversal se realiza hasta una SA de 0.42 g, que se asocia al colapso de los muros del primer nivel de entrepiso. Los muros mantienen un 70% de elementos en estado moderado hasta una SA de 0.63 g, sin embargo, se observaron que los muros del segundo piso (25%) llegarían al colapso en el penúltimo sector de la curva (pico de quiebre).

No se analizaron los estados de daño en losas aligeradas, puesto que por estar distribuidas en dirección transversal (viga confinada de muros de albañilería cargan losas) las fallas que se generen son poco relevantes.

**Implementación sistemática de las ndimensiones BIM (3D, 4D, 5D, Y 7D) en el modelo propuesto, basado en estándares internacionales y normas técnicas nacionales.**

***Objetividad***

El presente objetivo consolida los aportes de la ingeniería estructural, para la generación de modelos “nDBIM”, basados en el estándar internacional NBIMS-US del Instituto Nacional de las Ciencias de la Edificación de Estados Unidos. Como punto de partida, se se elaboró un manual de entrega de información (IDM) que dispone la NTP-ISO 29481-1y2 para que pueda proporcionar un mejor flujo de trabajo en la etapa de diseño.

***Multiusos iniciales BIM***

Para la incursión con la tecnología BIM, es importante trazar los objetivos de usos por el cual se ha concebido el proyecto y que dependen de las fases de su ciclo de vida. Para el presente trabajo de titulación, se consideraron ocho (08) de los veintiocho (28) usos BIM, como recomendación de la Guía Nacional BIM (2021) en una etapa inicial. A continuación, se resume en una matriz los objetivos de usos BIM del proyecto.

**Tabla XLII**  
Matriz de usos BIM

<b>USOS BIM</b>	<b>Levantamiento de Condiciones existentes</b>	<b>Análisis del Entorno Físico</b>	<b>Diseño de especialidades</b>	<b>Elaboración de Documentación</b>	<b>Visualización 3D</b>	<b>Coordinación de la Información</b>	<b>Estimación de Cantidades y Costos</b>	<b>Revisión del Diseño</b>	<b>Análisis Estructural</b>	<b>Detección de Interferencias e incompatibilidades</b>	<b>Planificación de la Fase de Ejecución</b>	<b>Fabricación Digital</b>	<b>Programación de Operaciones y mantenimiento</b>
<b>Etapas previas al ciclo de vida</b>	✓	✓											
<b>Etapas pre -construcción</b>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Etapas post – construcción</b>													✓
<b>Entorno BIM</b>	Civil 3D	-	Etabs	Excel	Revit	Navis works	Revit	Revit	Etabs	Navis works	Navis works	Revit	Navis works
<b>Usos iniciales</b>													

Nota: Los usos marcados con check refiere a la etapa que formaría parte del proyecto y lo sombreado en verde, los usos iniciales utilizados para el proyecto.

La Tabla XLII, muestra las fases del ciclo de vida contenida en la ISO 22263, recalcando que la primera fase nace de la necesidad del proyecto y planificación de factibilidad. Los usos iniciales que recomienda la Guía BIM, se diferencian con el color sombreado verde, los demás usos también han sido considerados como parte del entregable final de la presente investigación.

### **Manual de Entrega de Información (IDM)**

Se han elaborado los mapas de proceso, interacción y transacción que comprende un manual de entrega de información siguiendo los lineamientos de la NTP – ISO 29481-1.

En principio se han supuesto los roles y transacciones relevantes, que determina la Guía Nacional con aplicación del procedimiento que demanda la Ley de Contrataciones para elaboración de expediente; con fijación asumida a la parte designada de la empresa privada. La simbología está asociada a las veintidós (22) recomendaciones del IDM para el desarrollo del mapa de procesos.

**Tabla XLIII**

Roles BIM por equipo de Trabajo - Empresa

<b>CR<sub>1</sub></b>	Cliente (Entidad Pública)
<b>R<sub>1</sub></b>	Gestor BIM (Coordinador de Proyectos)
<b>R<sub>2</sub></b>	Coordinador 1 BIM (Ingeniero Geotecnista)
<b>R<sub>3</sub></b>	Coordinador 2 BIM (Especialista en Estructuras)
<b>R<sub>4</sub></b>	Coordinador 3 BIM (Ingeniero Sanitario)
<b>R<sub>5</sub></b>	Coordinador 4 BIM (Ingeniero Electromecánico)
<b>R<sub>6</sub></b>	Modelador 1 BIM (Asistente de Coordinación 2)
<b>R<sub>7</sub></b>	Modelador 2 BIM (Asistente de Coordinación 3)

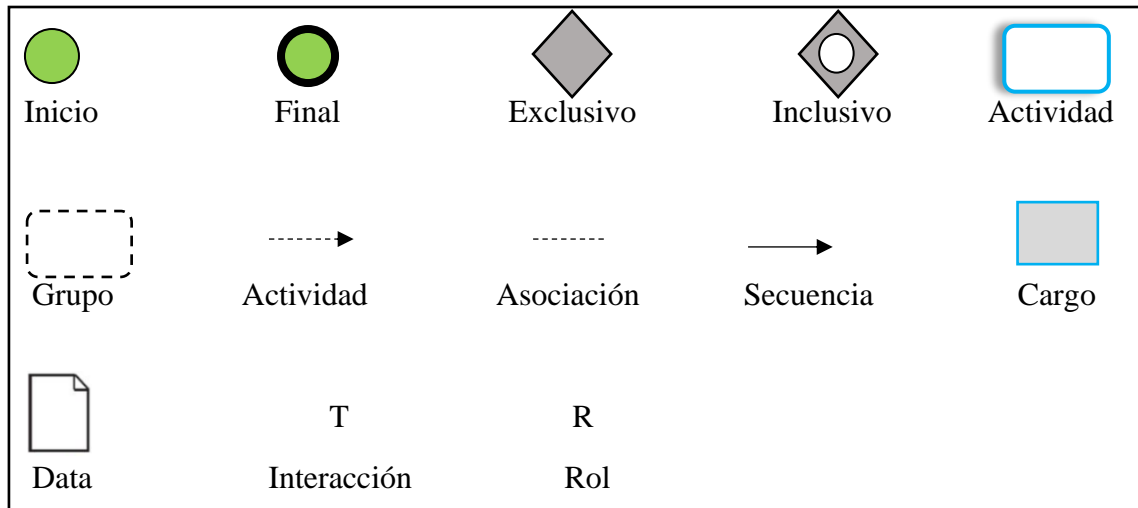


Fig. 38. Simbología adaptada a los IDM extraída de la NTP-ISO-29481-1

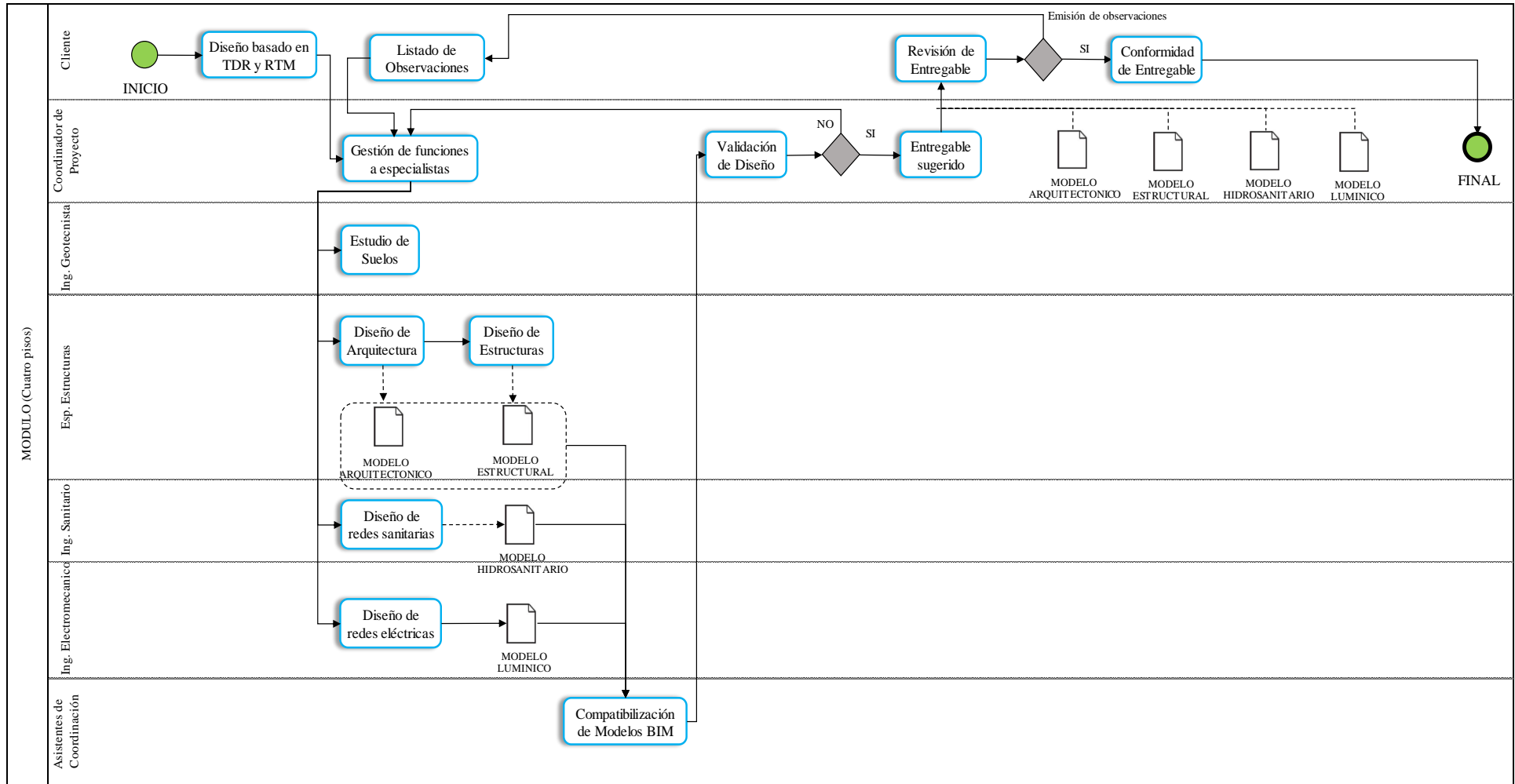


Fig. 39. Esquema de procesos o flujo de trabajo de la parte designada.

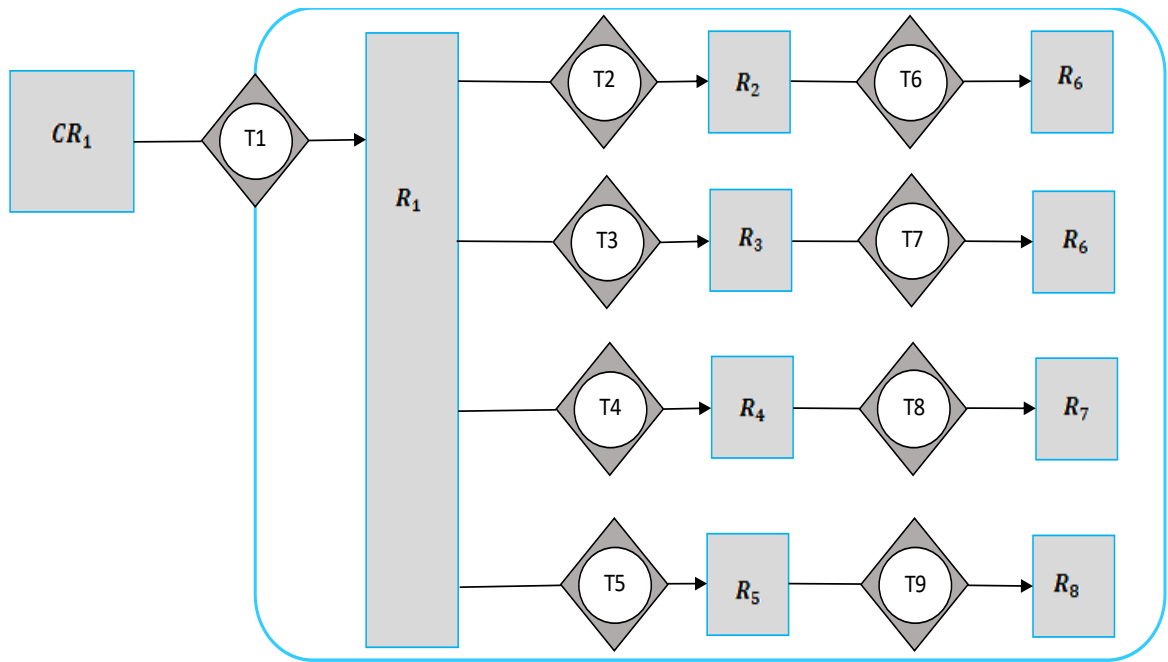


Fig. 40. Esquema de interacción de la parte designada.

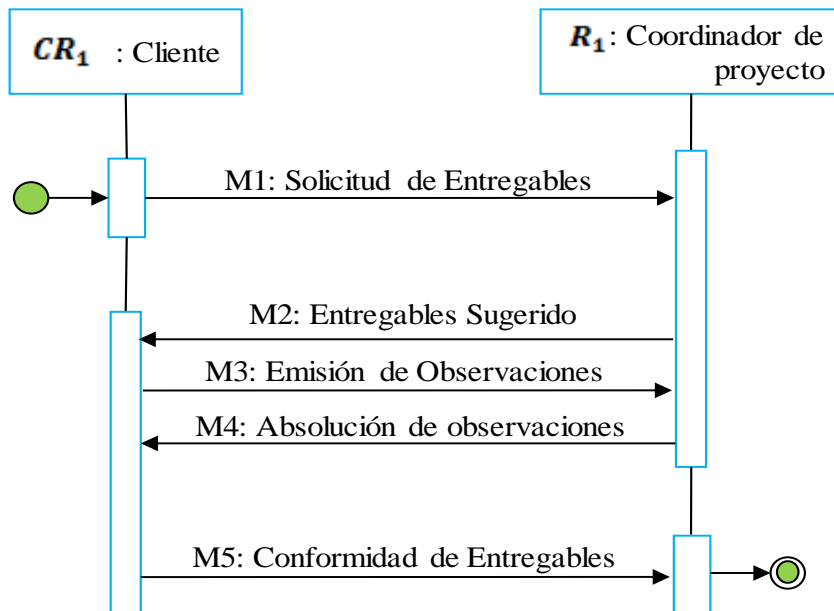


Fig. 41. Esquema de transacción de la parte designada.

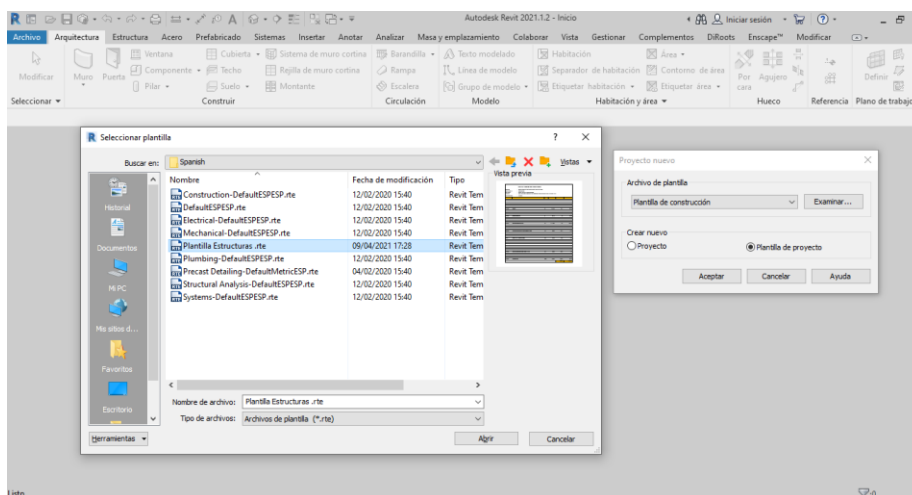
## **Entregable: Modelo de información de Proyecto (PIM)**

Para la obtención de las ndimensiones BIM, el presente trabajo de investigación se basa en requisitos y desarrollo de información que se aplican en estándares internacionales ISO y los de reciente estandarización nacional NTP -19650-1y2 y NTP – 29481-1.

### **A. Modelo de Información 3D - BIM**

Para la creación inicial del modelo, se decidió un entorno BIM en el cual se realizarán las diferentes vinculaciones e interoperabilidad requerida. En la presente investigación se utilizó el software Revit, debido a que esta herramienta tecnológica puede conceptualizar y asociar lo necesario para una construcción virtual.

En principio, se preconfigurada una plantilla de extensión “rte” previo a la modelación; que contiene configuraciones desde parámetros básicos (unidades, diámetros comerciales, estilos de objeto, texturas, etc) hasta la creación de parámetros de tipo y de proyecto que contendrá la información no grafica del modelo (parámetros de Entregable, Referencia, Partida, Sector, P.U., etc)



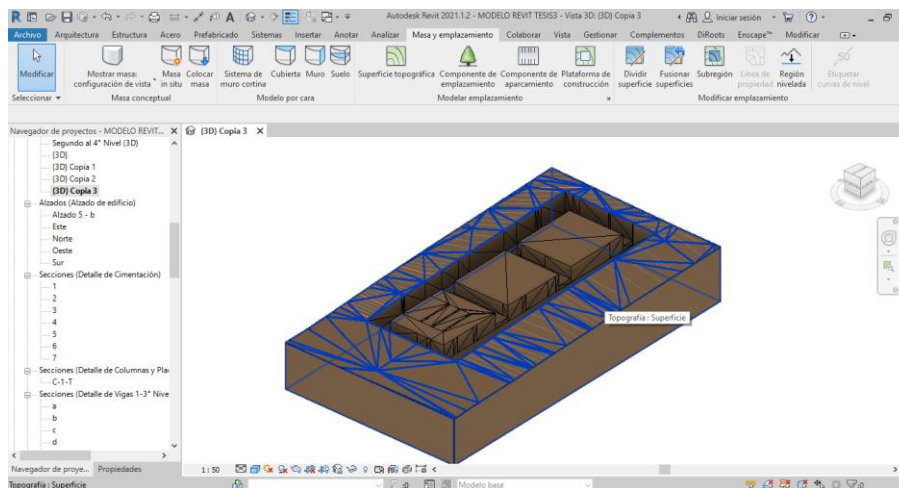
**Fig. 42.** Inserción de plantilla preconfigurada



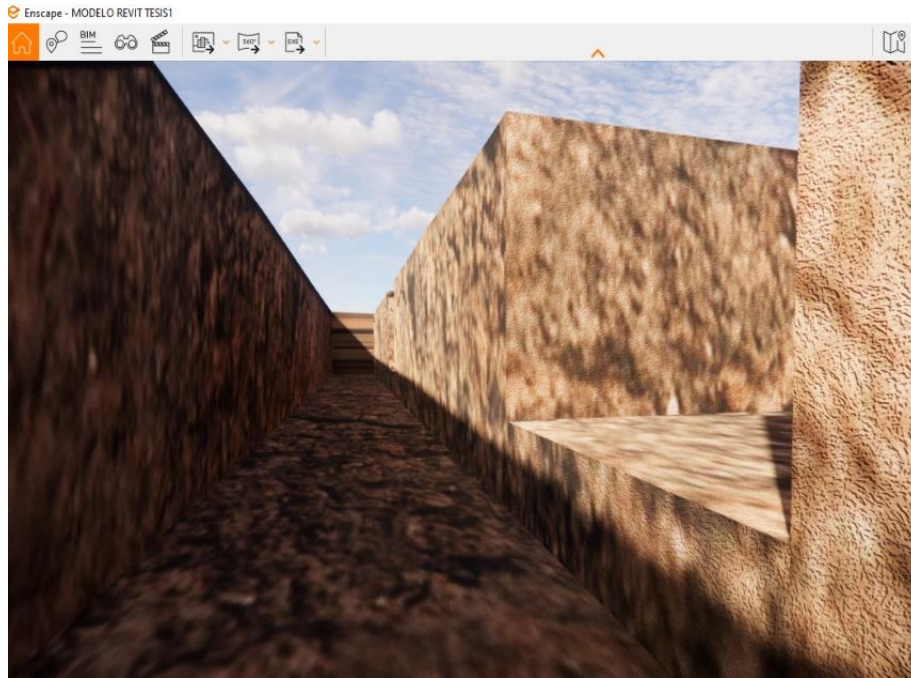
Continuo a ello, se realizó el *levantamiento de condiciones existentes*, descrito en el primer objetivo de la investigación; lográndose escanear las condiciones de los elementos e infraestructura existentes, que componen el área del proyecto. La información topográfica obtenida fue transpuesta en el entorno BIM. Se utilizaron las familias Revit de Topografía y Emplazamientos para la obtención de los cortes y relleno que requiere la cimentación. Para una mejor *visualización 3D* se utilizó el software de renderización Endscape, para así facilitar el entendimiento de las partes involucradas.

Así también, el análisis del entorno físico se obtuvo mediante el segundo objetivo trazado en la presente investigación el cual, una vez evaluado las propiedades y características geotécnicas de sitio, se pudo determinar la ubicación ideal respecto de la capacidad portante mínima del suelo, siendo la misma de 0.75 kg/cm<sup>2</sup>.

(a)



(b)



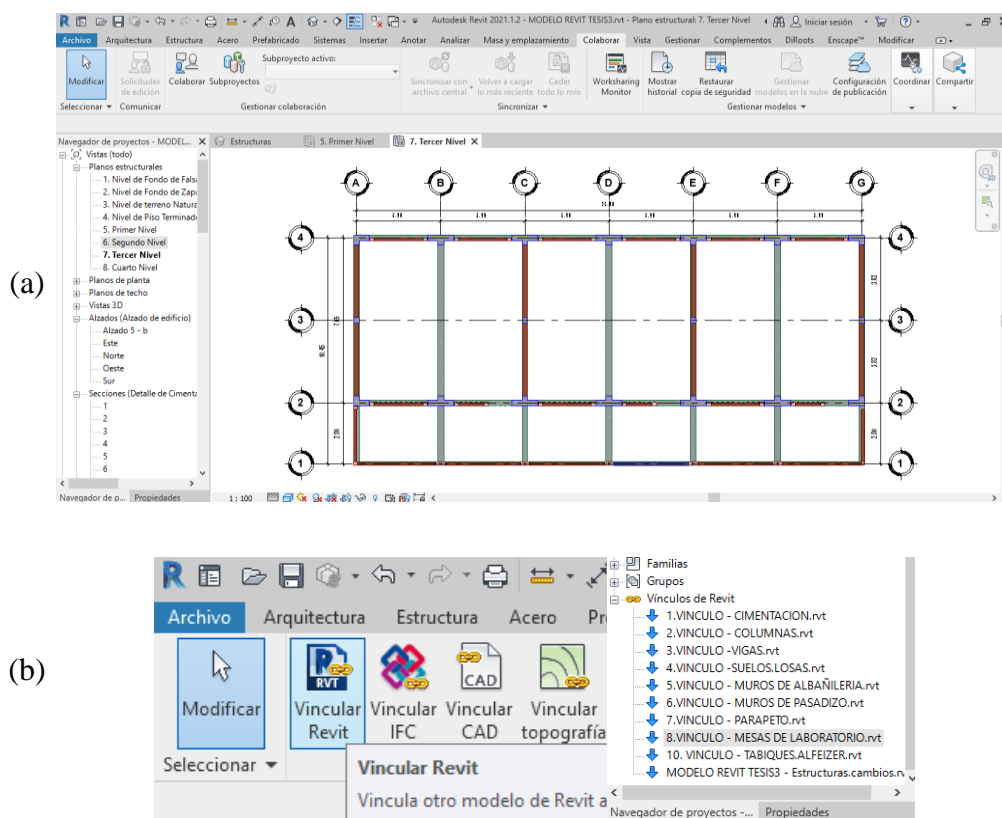
**Fig. 43.** Modelo 3D Topográfico: (a) Entorno Revit; y (b) Entorno Endscape.

Para realizar el *diseño de las especialidades*, se empezó por plantear el diseño arquitectónico alineado a la Norma Técnica de criterios de diseño para locales educativos secundaria (2019) del MINEDU y la Norma A.040 – Educación (2020) del RNE, de los cuales se obtuvieron requerimientos mínimos de área de 46.50 m<sup>2</sup>/sección para aulas, 60 m<sup>2</sup>/sección para laboratorio y 60 m<sup>2</sup>/sección para biblioteca. El diseño preliminar y final de los elementos estructurales se realizó en el software Etabs, del cual comprende el procedimiento descrito en el tercer objetivo de la presente investigación. Durante el procedimiento de transposición entre software Etabs y Revit se midió el grado de interoperabilidad, encontrándose limitaciones y ciertas ventajas.

Las ventajas se reflejan en la disminución de tiempos de modelado e inconsistencias entre conexiones del modelo analítico. Por otro lado, las limitaciones son variadas, primero la transposición es unidireccional (no permite actualizaciones posteriores) por lo que cuenta con cierta ineficiencia al transferir los ejes trabajados; los elementos que se transfieren no reconocen con totalidad el tipo de elemento del modelo

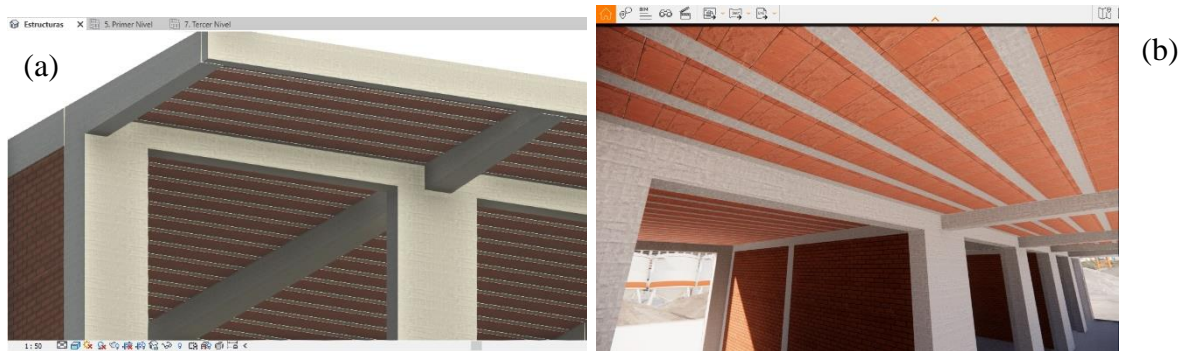
original; debido a que Revit los reconoce por tipo de familias (armazón estructural – vigas, pilares estructurales – columnas, muros estructurales – placas, suelos – losa aligerada, etc). El modelado de los componentes finalmente se tuvo que afinar de manera manual para la compatibilización con la información no gráfica:

Se crearon niveles y ejes de referencia del diseño estructural realizado; para además generar los planos necesarios en la documentación final. Seguido a ello, en el modelo de estructuras se insertaron los elementos BIM estructurales faltantes; de la cimentación, vigas no prismáticas, muros. Para los elementos que corresponden al modelo de arquitectura se insertaron mediante vínculos grupos de familias estructurales ya realizadas, donde la transposición permite transformarlas a familias arquitectónicas.



**Fig. 44.** Creación de referencias y vínculo de modelo: (a) Generación de niveles y ejes de referencia, y (b) Creación de vínculo para modelo arquitectónico.

Para el modelado de la losa aligerada se insertaron modelos genéricos, los cuales simularían la estructura del ladrillo de techo que se requiere según diseño.

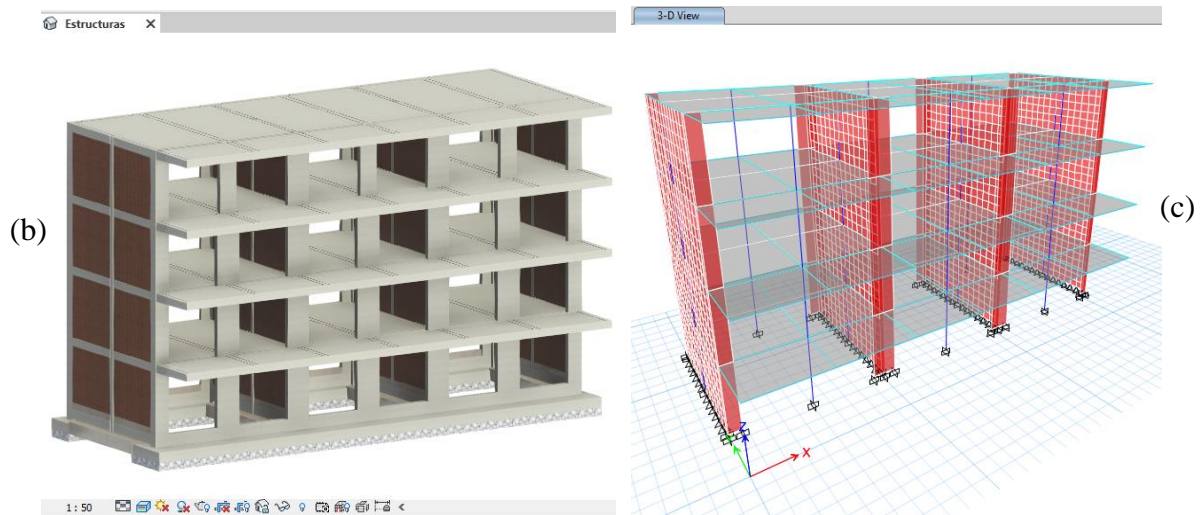


**Fig. 45.** Modelado de losa aligerada: (a) Modelo de losa en Revit, y (b) Renderización 3D losa.

La modelación de los elementos de concreto, albañilería y rellenos que componen el módulo de cuatro pisos, se visualizan a continuación.

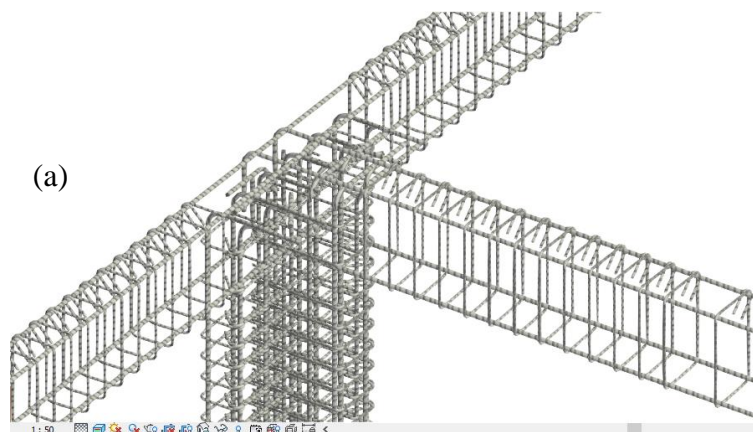


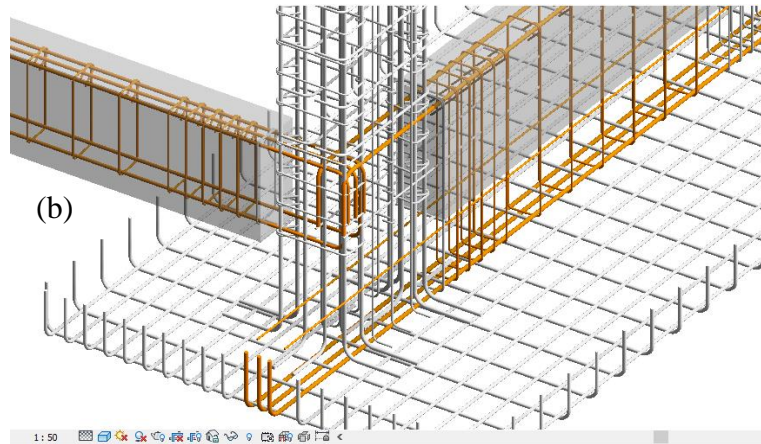




**Fig. 46.** Modelos 3D: (a) Renderizado de Arquitectura - Endscape, (b) Estructuras Revit y (c) Estructuras Etabs.

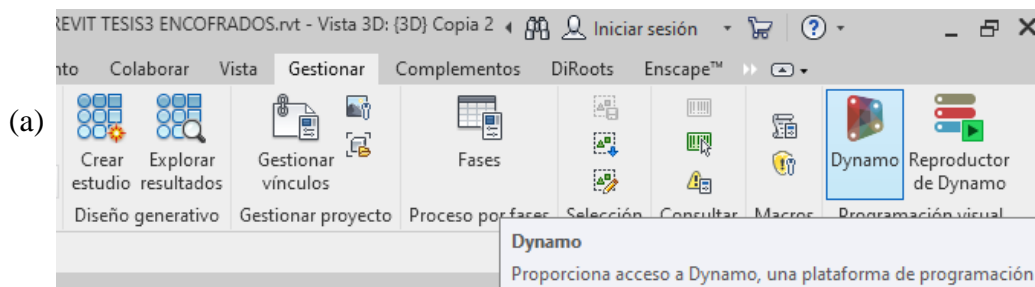
Una vez finalizado la creación del armazón de los elementos, se procedió a insertar el armado de acero. La transposición de los modelos (del software Etabs y Revit) no resultó del todo satisfactorio, puesto que los únicos elementos que se logró exportar sin dificultad fueron las vigas de techo, pero los demás elementos no admitían la integración correcta. Las columnas, placas, zapatas conectadas, vigas de cimentación y elementos no estructurales se realizaron con el apartado de armado manual del Revit, mas no se utilizaron extensiones de armado automático, debido a que por disposiciones normativas se requieren armados específicos, en cuanto a las zonas de traslapes, además de asegurar la rentabilidad en costos del material a utilizar.

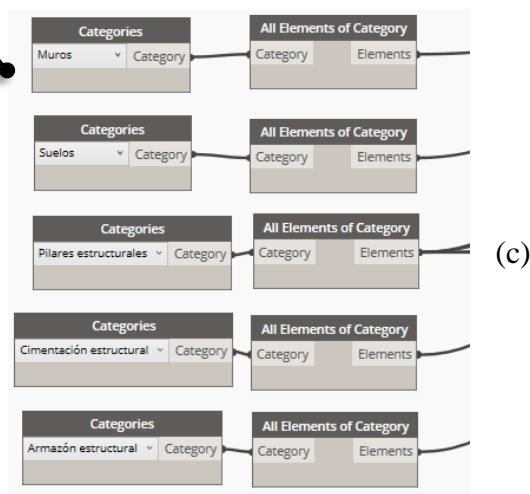
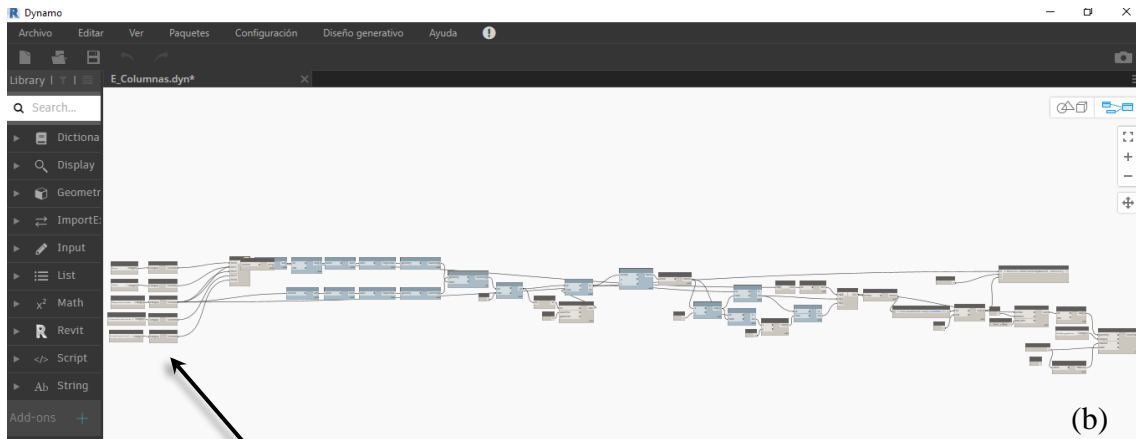




**Fig. 47.** Armado de acero 3D: (a) Ajustes en nodos viga - columna, (b) Ajustes en vigas de cimentación

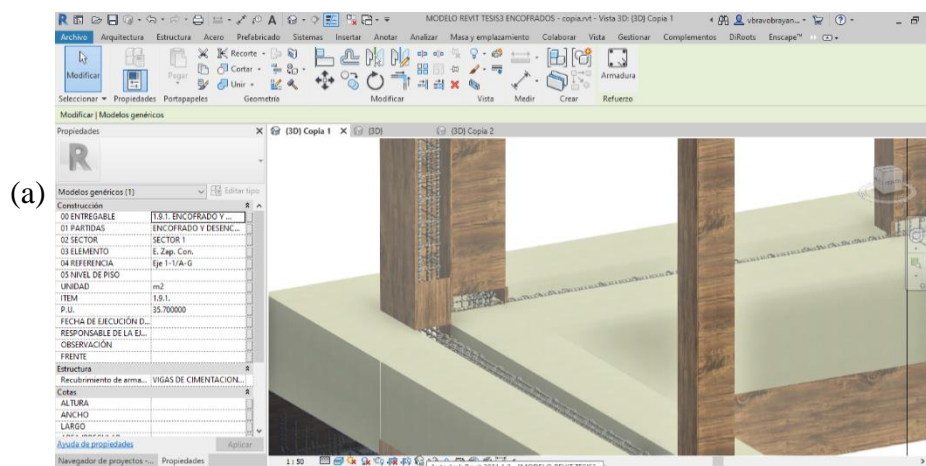
De esta manera, se prevé de inconsistencias de datos en el modelo. La continuación, a la *fabricación digital* de materiales se dio con el modelado de encofrados, para ello se utilizó una extensión de Revit denominado Dynamo. El proceso se basa en cargar un archivo preconfigurado con las familias que se van a encofrar, pero antes se debe crear un parámetro compartido y configurar la ubicación donde se va a almacenar la información (archivo de texto).





**Fig. 48.** Armado de encofrado en elementos de concreto armado: (a) Configuración con extensión de Dynamo, (b) Esquema de procesos en columnas, (c) Categorías de análisis.

De forma alterna se configuró las textura y filtros de colores, de manera que sirva para simular el proceso constructivo real y analizar interferencias de elementos.



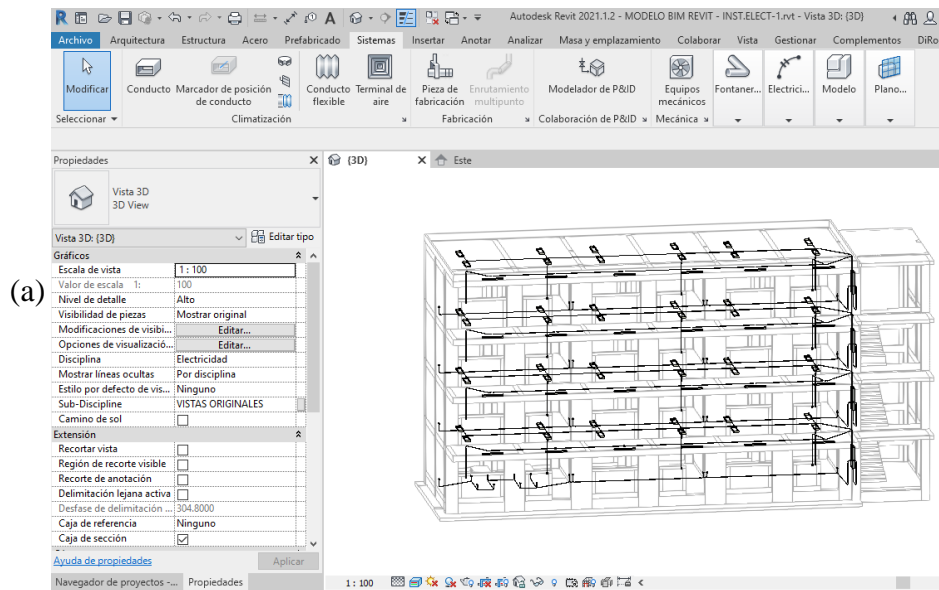


**Fig. 49.** Modelo BIM Encofrados: (a) Automatización de Dynamo en Revit, (b) Visualización Endscape.

Respecto del *análisis de otras ingenierías*, se modelaron los complementos de especialidades de mecánica, electricidad y plomería o también denominado MEP, que requiere contar el módulo escolar.

El procedimiento de modelado en instalaciones eléctricas, siguió el mismo orden de inicio que el de arquitectura y estructuras, empezando por la integración de una plantilla con los elementos electromecánicas que formaran parte del proyecto; así también se siguió con la vinculación de los modelos ya elaborados. Para la obtención de los elementos electromecánicas, se usaron catálogos comerciales que se presentan como un prototipo BIM en plataformas virtuales.





**Fig. 50.** Modelo 3D Instalaciones Eléctricas: (a) Modelo 3D Revit, redes de iluminación y tomacorrientes, (b) Renderización 3D Endscape, Estructuras vs MEP.

En la Fig. 50 se aprecian los elementos eléctricos que contara el módulo, el mismo está acompañado del módulo de escaleras, del cual se apoya el proyecto para adecuar los puntos de instalación correcta de los tableros de distribución, cajas de pase especial al tablero general.

Por otro lado; las instalaciones sanitarias siguieron dos plantillas de acoplamiento, es decir la primera que asocia los elementos de tuberías de agua fría, accesorios y conexión con aparatos sanitarios; la segunda respecta de las conexiones de desagüe (tuberías y accesorios). Para lograr una vinculación adecuada con la

segunda plantilla, en la pestaña “colaboración” se tuvieron que copiar y supervisar los vínculos que contienen los aparatos sanitarios, para así conectarlos con las tuberías de desagüe.

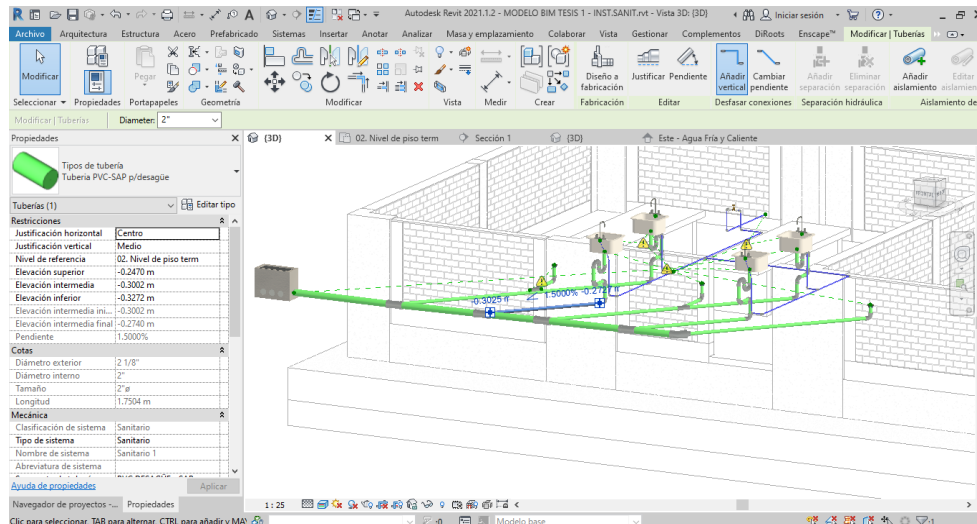


Fig. 51. Modelo 3D Revit, redes de agua fría y desagüe.

## B. Planificación de la Construcción Virtual 4D - BIM

Para realizar la creación del modelo 4D, se optó por considerar la herramienta BIM Naviswork. Esta herramienta permitió la *detección de interferencias e incompatibilidades* con las demás especialidades de ingeniería, además de estructurar la *coordinación de información*. Para ello eran necesario, integrar los vínculos creados y grupos de elementos del modelo 3D BIM, en archivos compatibles con Naviswork , por ejemplo, del proyecto se exportaron en extensión “nwc”). También es posible el análisis de interferencias de modelos realizados en otros entornos virtuales BIM, siempre y cuando el formato pueda ser compatible con IFC.

El análisis de interferencias o colisiones se logró con recorridos virtuales los mismos que pueden llegar aportar criterios de mejoras en constructabilidad, optimizar el uso de espacios, equipos y distribución de los elementos que componen el proyecto.

En el software se utilizó la herramienta de “Clash Detective”, del cual se superponieron entre especialidades y se obtuvieron una lista con puntos de conflicto que considera el software; la primera prueba se realizó Estructuras vs Sanitarias.

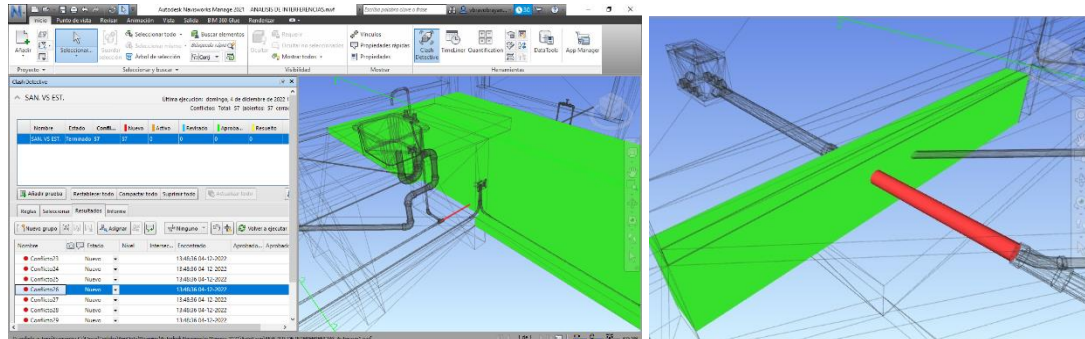


Fig. 52. Puntos de conflictos entre Estructuras vs Instalaciones Sanitarias.

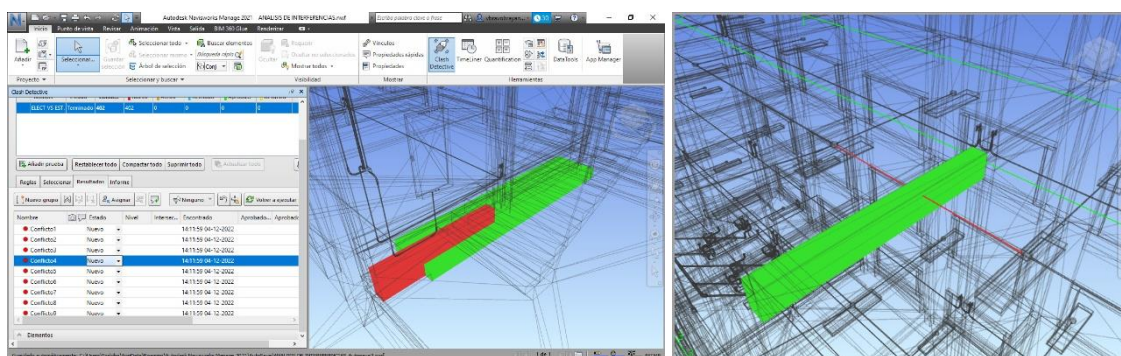
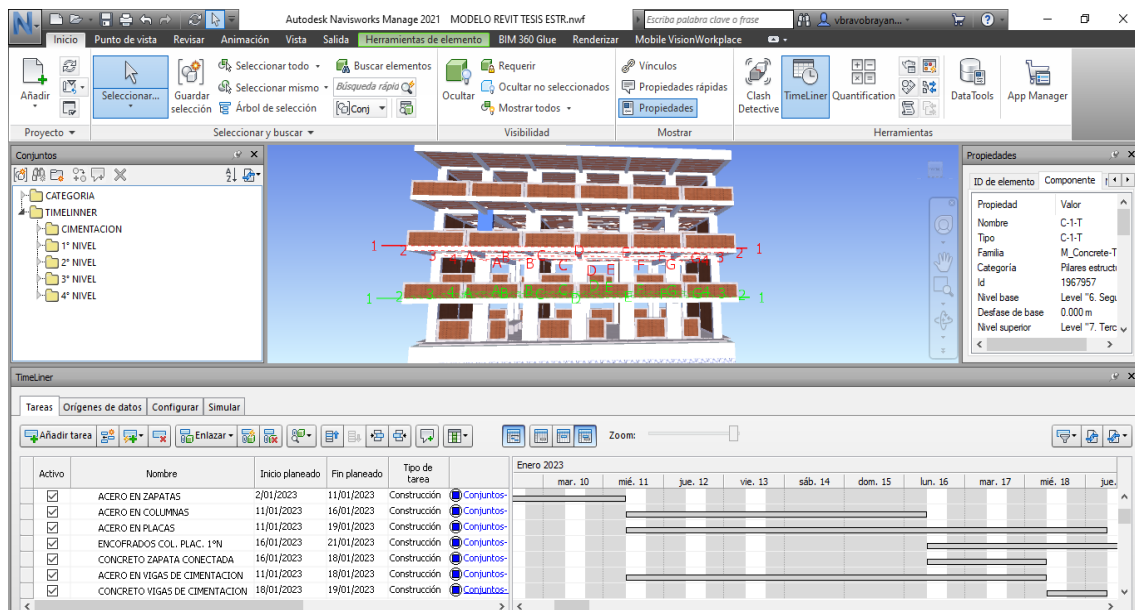


Fig. 53. Puntos de conflictos entre Estructuras vs Instalaciones Eléctricas.

Los conflictos detectados fueron analizados y solucionado mediante la reubicación de algunos elementos MEP, sin embargo, en su mayoría se duplican los eventos y resultan a la vez ser inevitables para la construcción, puesto que algunos elementos se deben construir monolíticamente.

De esta manera, se puede monitorear eventualmente los puntos de conflictos antes y durante la construcción real. Seguido a ello, para lograr integrar la *coordinación de la información* o planificación de actividades en el software, se utilizó la herramienta “timeliner” que concierne al diagrama de Gantt. Primero, se agruparon los elementos por medio de la información no gráfica (árbol de selección y propiedades: material, tipo,

fase) y seguido a ellos se planificó en timeliner los elementos visuales del modelo. A continuación, se visualiza el resultado.



**Fig. 54.** Modelo 4D BIM generado en Naviswork.

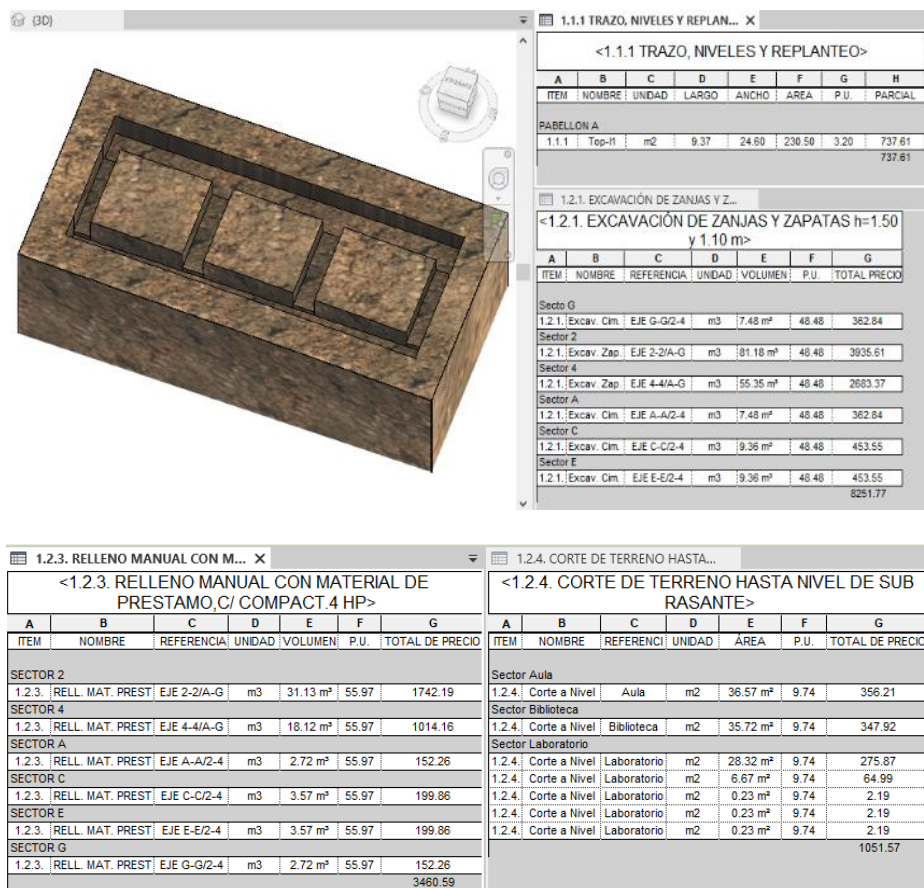
Una vez obtenido la programación se puede exportar en formato “xml” de Microsoft Project (para documentación), además de optar por simular una construcción virtual del anteproyecto. Durante la etapa de construcción el modelo 4D BIM, sirve de apoyo en la planificación logística, coordinación de suministro de equipos y materiales y admite actualizar los cronogramas.

### **C. Cuantificación y Costos de materiales 5D - BIM**

La obtención de la información no grafica 3D, se obtuvo a partir de la asignación de extensiones (addins) y de la parametrización creada en la plantilla de inicio. Las extensiones se descargaron de la tienda de Revit, entre ellas Table Gen\_1.3.0.0, Pro Sheets\_1.2.3.0. y se almacenan en Dirroots.

Los parámetros creados en la plantilla sirvieron para configurar las Tablas de planificación de los metrados, el cual se alineó a los formatos actuales que se utilizan en proyectos de edificaciones. Para la *estimación de cantidades y costos*, los valores

del precio unitario se consideraron de la revista nacional “Costos”, así se obtuvo un presupuesto generalizado del mes de set-22. No se encontraron interferencias durante el proceso de realizar varios tipos de Tablas de planificación, los cuales contienen las listas detalladas de cada uno de los elementos modelados por actividad. Por ejemplo, a partir del modelo topográfico 3D se puede metrar algunas actividades de obras preliminares y movimiento de tierras.



**Fig. 55.** Tablas de planificación de obras preliminares y movimiento de tierras.

Para la cuantificación de los elementos superiores se pueden metrar a partir del modelo 3D de Estructuras; por ejemplo, para la cuantificación de las columnas, se configuración a partir de las familias de pilares estructurales y se crea una carpeta con los campos requeridos (ítem, nombre, unidad, volumen, P.U., total de precio). Finalizado el procedimiento de metrado se procede a la exportación en archivo “exce”.



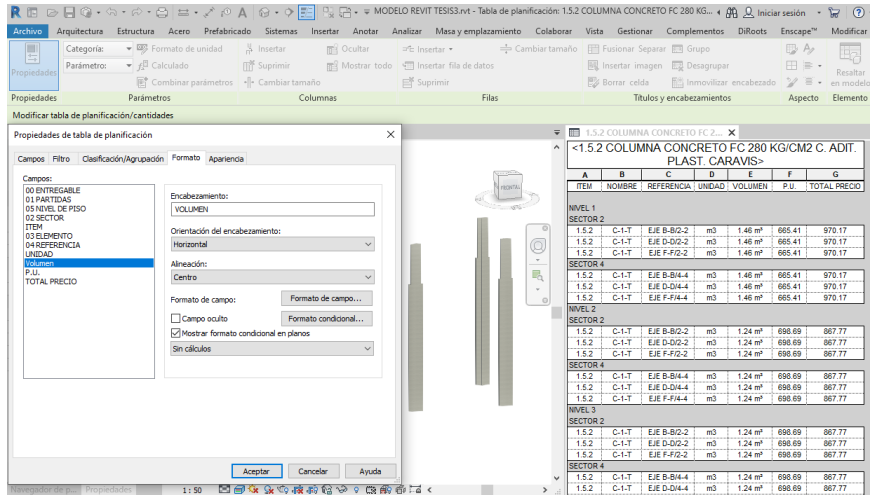
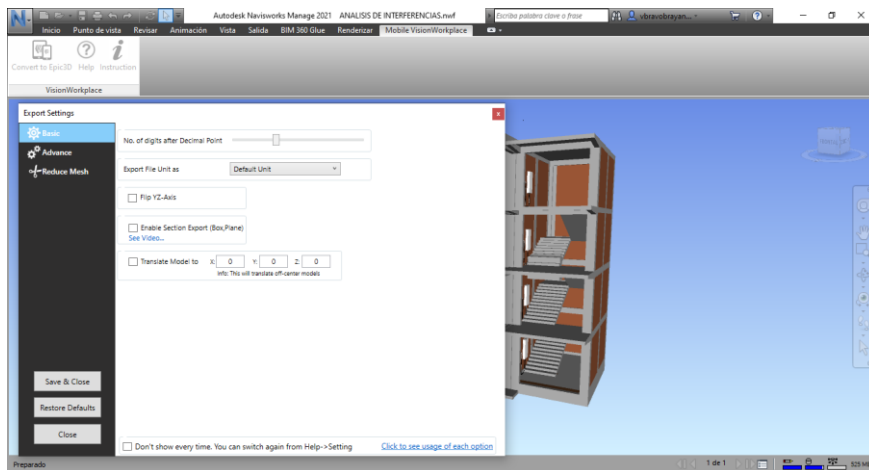


Fig. 56. Tablas de planificación de concreto en columnas.

#### D. Programación de Mantenimiento 7D - BIM

Para estimar un programa de mantenimiento se siguió lineamientos, que recomienda el Instructivo Técnico de Mantenimiento para Infraestructura Educativa (2019) y Guía General Parámetros Específicos (2020). Puede llegar a aplicarse la inspección del proyecto, para periodos posteriores a la construcción con el software Naviswork, ya que el modelo BIM creado puede mantener su información no gráfica durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Los programas y/o reportes de inspección pueden adjuntarse en un modelo de visualización con dispositivo mobile, mediante archivos de versión pdf, además de incluir fotografías del edificio post construido, para que de esa manera el monitoreo quede siempre registrado. El procedimiento consiste en instalar una aplicación de la tienda virtual de Autodesk con funciones que permitan exportar el modelo de Naviswork (modelos de información con especialidades vinculadas) a una extensión que la tienda virtual del dispositivo mobile sea compatible para la visualización durante la inspección real programada. Para este caso, la extensión exportada debía ser compatible con el app “Epic 3D View”, como se muestra en la Fig. 57.



**Fig. 57.** Exportación del modelo BIM de Naviswork.

En el modelo creado, se suponen (pronostican) una forma de mantenimiento del tipo preventivo. El mantenimiento preventivo propuesto estuvo orientado a las fallas en soportes y elementos de sujeción, del cual la presente investigación se acoge del tercer objetivo, donde se logró estimar el ciclo de vida de la edificación. Se determinaron los elementos estructurales con mayor gravedad de daño, para ocurrencias de sismos ocasionales, de diseño y máximo; donde resultaron que los elementos de vigas serían las más afectadas. En el modelo BIM de la herramienta Naviswork, se adjuntaron formatos con procedimientos de inspección para una posterior actuación de mantenimiento preventivo.



**Fig. 58.** Aplicación móvil para visualización del modelo BIM de Naviswork.

De manera gradual se puede generar un plan preventivo de mantenimiento para todos los elementos estructurales que se analicen no linealmente. De igual manera que se pueden elaborar obras de rehabilitación sostenible para elementos estructurales (por ejemplo; vigas y muros de albañilería) que mediante evaluación lleguen a encontrarse en un estado moderado o severo.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

1. Del levantamiento topográfico o de condiciones existentes, la zona donde se ubica la Institución Educativa es ligeramente llana, por lo que algunas actividades de construcción como cortes y rellenos no sería necesario de realizar



en gran volumen; ni mucho menos tendría la necesidad de apoyarse con otras obras de ingeniería como muros de contención.

2. Del estudio EMS se obtuvieron altos contenidos de humedad que oscilan desde 7.6% hasta un 30%, sin embargo, durante la excavación no se encontró el nivel freático por lo que se tenía la necesidad de descartar la existencia de sales solubles sobre las partículas del terreno. Los resultados mostraron un bajo porcentaje con contenido de sales que se considera despreciable. En cuanto a la clasificación se obtuvieron suelos de grano fino entre arcillas y limos arenosos; por lo que se intuía obtener una baja capacidad de soporte. Los resultados de los ensayos de corte comprobaron la baja capacidad del terreno, por ello se decidió optar para considerarse en el diseño un tipo de cimentación continua.
3. Para realizar el diseño de los elementos estructurales; en el análisis estático lineal, exigía la composición de elementos robustos esto debido a la alta demanda de cargas verticales y de sismo, que lo clasifica en un nivel de importancia de uso esencial y además de que los parámetros de sismo que le corresponden es el más desfavorable. El sistema dual (de dirección longitudinal) es el más flexible; con respecto al sistema de albañilería, y alcanza el 50% de la deriva máxima permitida. Las placas y columnas son las más robustas respecto de las vigas; esto con el propósito de cumplirse la condición de rigidez en los nodos "columna fuerte viga débil". En el último piso algunos elementos disminuyen las secciones para cumplir con el requisito de no irregularidad de rigidez o piso blando.
4. Del análisis no lineal, se propone un modelo computacional basado en las experiencias de Mander y Priestley con respecto de los materiales de concreto y acero. Para este caso el software trae por defecto ciertas funciones asignadas a dichos materiales debido a que son aceptables en diversos códigos; sin embargo, el material que compone la albañilería confinada es compleja; por lo que esta tesis se referenció de investigaciones basadas en ensayos cíclicos que

determinan la capacidad del elemento. Se propone un modelo de albañilería industrial de tipo columna con rótula de corte de altura media, basado en las experiencias de [47] que realiza ciertos ensayos de laboratorio con asignaciones de fuerzas laterales histeréticas. Con la técnica del Pushover se determinó la curva de capacidad y con el SEAOC los niveles de desempeño por cada dirección de análisis, de los cuales resultan encontrarse en un rango de seguridad de vida para el sismo máximo esperado. Concluyéndose la eficiencia del diseño y el aseguramiento del ciclo de vida del edificio.

5. De la implementación sistemática de las ndimensiones BIM se presentan las siguientes conclusiones: en cuanto a la realización del modelo de información 3D BIM, resulta eficiente utilizar el entorno Revit en la generación automatizada de secciones, alzados y planos; de manera directa enlaza sus funciones al resto de dimensiones BIM lo cual los convierte en un modelo de información y herramienta de gran potencial. El modelo 5D que corresponde a cuantificación de materiales y costos se puede realizar de manera muy práctica; automatizando las funciones con el modelo 3D; por lo cual la única complejidad se centraría en la creación de parámetros necesarios para las Tablas de planificación. La creación del modelo 4D BIM con la interacción del Naviswork es sumamente destacable; desde la exportación del archivo es notorio la facilidad de manipulación (“modelo menos pesado”), rapidez en el análisis de interferencias y la capacidad de visualizar la simulación de construcción virtual (que incluye fechas de realización, horarios, tipo de actividad, porcentaje de avance), más aún cuando el mismo se asocia a la programación del diagrama de Gannt. Por último, el modelo 7D BIM propone una forma de controlar y asegurar el ciclo de vida del proyecto, basándose en realizar programas de inspecciones para el tipo de mantenimiento; este método enlaza al entorno Naviswork con herramientas de dispositivo móvil, permitiendo ser transportable el modelo de información durante las programaciones de inspección real. Finalmente se concluye que con

la aplicación de esta metodología es posible obtener grandes beneficios con respecto a las partes involucradas; es decir los modelos permiten un mejor entendimiento entre especialidades lo cual admite una comunicación asertiva durante la revisión de entregables (etapa de pre-construcción), optimización de tiempos de ejecución, sobrecostos (etapa de construcción) y por último el aseguramiento de inversión del ciclo de vida del proyecto (etapa post-construcción).

#### **4.2. Recomendaciones**

1. Del levantamiento topográfico o de condiciones existentes, se recomienda optar por el empleo de otros métodos; donde pueda optimizarse el tiempo de trabajo y obtener además mayor precisión.
2. Del estudio EMS, se recomienda cimentar sobre el segundo o tercer estrato debido a la composición del tipo de suelo arcilloso que al mantener contacto con la humedad tiende a expandirse; así también es recomendable cimentar subbases de concreto pobre para controlar los desplazamientos diferenciales debido al mismo factor de humedad. La cimentación continua debe considerar el uso de un cemento de moderada resistencia a sulfatos y al calor de hidratación Tipo II. Así también se recomienda realizar una compactación al terreno previo inicio a la construcción, así también de optar por capas de rellenos estabilizadores.
3. Del diseño se recomienda, tener en cuenta la exactitud de los materiales con los cuales se van a construir en la siguiente etapa, puesto que es un factor determinante para la justificación del diseño en el rango no lineal. Además se recomienda, diseñar los elementos estructurales en formatos dispuestos por cada normativa (como se presenta en esta tesis) propia del país, por dos razones: la primera, el diseño automatizado del software contiene códigos de diseño no aplicables actualmente en el Perú; por lo que tiende a presentar cierto

porcentaje de error, la segunda de realizarse el diseño en formatos puede optimizarse el acero con respecto a los niveles superiores (menor solicitud de cuantías) y así asegurar la rentabilidad del proyecto.

4. Del análisis no lineal se recomienda utilizar un método mas complejo de análisis como el método de curvas IDA, que resulta ser mas sofisticado y con mayor precisión en cuanto a la realización del análisis probabilístico de pérdidas en el edificio.
5. De la implementación sistemática de las ndimensiones BIM, se recomienda utilizar más aplicaciones o plugins que puedan enriquecer al modelo con mayor información de proyecto respecto de cada especialidad, como por ejemplo en estructuras; visualizar el material de acero con los resultados del diseño (momentos flectores, cortantes, etc aplicación "SOFISTIK") para la documentación, o también para la vinculación rápida de las especificaciones técnicas y análisis de costos.

## REFERENCIAS

- [1] M. Brandtner and V. Venkrbec, "Non-graphical data structure for the purpose of BIM-based Life Cycle Assessment: Methodology for the Czech environment," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Praga, 2020.

- [2] K. Prušková, «Tecnología BIM y cambios en el proceso de diseño tradicional, confiabilidad de los datos de los registros relacionados.,» de *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Praga, 2020.
- [3] A. Pérez Garcia, N. Martín Dorta and J. Ángel Aranda, "BIM Requirements in the Spanish Public Tender—Analysis of Adoption in Construction Contracts," *Buildings*, vol. 11, no. 12, pp. 1-26, 2021.
- [4] T. Vilutienė, E. Šarkienė, V. Šarka and A. Kiaulaki, "Bim Application In Infrastructure Projects.," *Baltic Journal of Road & Bridge Engineering*, vol. 15, pp. 74-92, 2020.
- [5] G. M. Di Giuda, V. Villa and P. Piantanida, "BIM and energy efficient retrofitting in school buildings," *Energy Procedia*, vol. 78, pp. 1045-1050, 2015.
- [6] C. Nai-Wen , W. Jyun-Ping , L. Jia-Hsing , C. Wei-Choung and C. Chuin-Shan , "Machine learning-based seismic capability evaluation for school buildings," *Automation in Construction*, vol. 118, 2020.
- [7] M. Vona, P. Harabaglia and B. Murgante, "Thinking about resilient cities studying Italian earthquakes Marco Vona," *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Urban Design and Planning*, pp. 1-15, 2015.
- [8] N. Caterino, B. M. Azmoodeh and G. Manfredi, "Seismic Risk Mitigation for a Portfolio of Reinforced Concrete," *Advances in Civil Engineering*, vol. 2018, 2018.
- [9] G. A. Prado Luján, «Determinación de los usos BIM que satisfacen los principios valorados en Proyectos Públicos de Construcción,» Lima, 2018.
- [10] F. F. Espinel Sangama y M. G. Miranda Vilcapoma, «Aplicación de la metodología BIM en la identificación de interferencias interdisciplinarias para evaluar su influencia en la ejecución de un proyecto multifamiliar,» Lima, 2021.
- [11] A. B. Trejo Ponte, «Implementación de las dimensiones 4D y 5D del BIM en un proyecto inmobiliario de casco estructural,» 2022.
- [12] S. C. Santa Cruz Hidalgo and J. A. Muñoz Pelaez, "Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997," Lima, 2017.
- [13] A. Anelli, S. Santa-Cruz, M. Vona and M. Á. Laterza, "Spatial Analysis and Ranking for Retrofitting of the School Network in Lima, Peru," in *International Conference on Computational Science and Its Applications*, Trieste, Italia, 2017.
- [14] J. W. Montalván Damián y D. H. Ruíz Burga , «Evaluación del diseño de proyecto: "I.E. secundario Santa Magdalena Sofia - Chiclayo" aplicando la metodología Building Information Modeling (BIM) para identificar y gestionar incompatibilidades e inconsistencias,» Lambayeque, 2022.
- [15] A. Sampaio, «Building Information Modeling (BIM) Applications in an education context,» de *Notes in Artificial Intelligence y Lecture Notes in Bioinformática*, Lisboa, 2018.

- [16] A. Koutamanis, J. Heuer and D. Karen , "A visual information tool for user participation during the lifecycle of school building design: BIM.," *Koutamanis, Alexander*, vol. 52, no. 3, pp. 295-305, 2017.
- [17] S. Gerbino, L. Cieri, C. Rainieri and G. Fabbrocino, "On BIM Interoperability via the IFC Standard: An Assessment from the Structural Engineering and Design Viewpoint," *Applied Sciences*, vol. 11, no. 11430, pp. 1-24, 2021.
- [18] A. Sampaio, «Building Information Modelling (BIM) taught in a Civil Engineer school.,» de *Iberian Conference on Information Systems & Technologies*, Lisboa, 2015.
- [19] M. Van den Berg, H. Voordijk and A. Adriaanse, "BIM uses for deconstruction: an activity-theoretical perspective on reorganising end-of-life practices.," *Construction Management & Economics*, vol. 39, no. 4, pp. 323-339, 2021.
- [20] H. Fu Pei , O. Yusak , O. Yu Chen , L. Cong Hieu and H. Shyh Jiann , "A Pushover Seismic Analysis and Retrofitting Method," *Advances in Structural Engineering*, vol. 18, no. 3, pp. 311-324, 2015.
- [21] W. Carofilis, D. Perrone, J. O. Gerard, R. Monteiro and A. Filiatrault, "Seismic retrofit of existing school buildings in Italy: Performance evaluation and loss estimation," *Engineering Structures*, vol. 225, pp. 53-64, 2020.
- [22] A. Ahmeda, K. Shahzada, S. Muhammad Ali, A. Naeem Khan and S. A. Ali Shah, "Confined and unreinforced masonry structures in seismic areas: Validation of macro models and cost analysis," *Engineering Structures*, vol. 199, pp. 1-15, 2019.
- [23] J. D. Carrillo Montalvo and S. A. Rodriguez Muñoz, "Evaluación de procesos y propuesta de implementación BIM mediante IDM (information Delivery Manual) para pequeñas empresas de ingeniería civil," Bogota D.C., 2019.
- [24] G. Gonzales, A. Aguilar and G. Huaco, "Incremental Dynamic Analysis of a 60 year old Hospital with handmade brick masonry walls," in *18°LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, Buenos Aires, 2020.
- [25] A. Gomez Apaestegui, «Propuesta de implementación del proyecto edificio Multifamiliar paseo Pacasmayo en la ciudad de Chiclayo,» Chiclayo, 2021.
- [26] J. W. Fiestas Llenque y W. S. Villar Vasquez, «Diseño de tres infraestructuras educativas del nivel inicial en la provincia de Chiclayo, Región Lambayeque,» Pimentel, 2020.
- [27] S. F. Gaytan Sánchez, «La Topografía, cimiento indispensable de la arquitectura sustentable,» México DF, 2013.
- [28] A. M. Isidro Mamani and A. F. Cañi Nina, "Determinación de las propiedades físico-mecánicas del suelo de la zona de piedra blanca - Asociacion El Centinela, Distrito de Calana, Departamento de Tacna," Tacna, 2017.

- [29] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, «E.050 Suelos y Cimentaciones,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>.
- [30] A. Neyra Carrion, «Estudio geológico geotecnico y mecanica de suelos para la construccion del puente -Malvitas distrito de Suyo - Provincia de Ayabaca - Departamento de Piura,» Piura, 2019.
- [31] A. J. Teniente Paucar, «Análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los métodos de Terzagui y Meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta,» Cusco, 2016.
- [32] G. Ottazzi Pasino, Apuntes del Curso de Concreto Armado 1, Decimoquinta ed., Lima: Fondo Editorial Pontificia Universidad Catolica, 2016.
- [33] A. Garaycochea, "Disposiciones Sísmicas de diseño y Análisis en base a desempeño aplicables a edificaciones de concreto armado," Lima, 2016.
- [34] D. R. Ñaca Ramirez, «Análisis comparativo de costos para los sistemas estructurales aporticado y albañilería confinada de un edificio de departamentos en la ciudad de Puno,» Puno, 2017.
- [35] A. W. Llano Iza, «Diseño estructural de una edificación de seis pisos, mediante un análisis controlado por derivas inelásticas y una comprobación con un análisis estático no lineal, aplicando la técnica de Pushover.,» Quito, 2015.
- [36] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, «E.030 Diseño Sismorresistente,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>.
- [37] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, «E.060 Concreto Armado,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>.
- [38] H. Gallegos, Albañilería Estructural, Tercera ed., Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005.
- [39] Á. San Bartolome, D. Quiun and W. Silva, Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería, Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011.
- [40] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, «E.070 Albañilería,» 2006. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>.
- [41] R. Chacón Álvarez and I. A. Paz Fuentes, "Análisis de desempeño sísmico de los edificios escolares típicos 780 post 97 de la costa peruana," Lima, 2016.

- [42] G. Loa, A. M. Muñoz y S. Santa-Cruz, «Seismic evaluation of incremental seismic retrofitting techniques for typical Peruvian schools,» de *Structures Congress 2017: Buildings and Special Structures*, Denver, Estados Unidos, 2017.
- [43] G. J. Loa Canales, «Evaluación del desempeño sísmico de tres opciones de reforzamiento incremental en edificaciones educativas típicas construidas antes de 1997,» 2017.
- [44] Seismic Evaluation and retrofit of existing buildings, Standar ASCE/SEI 41-17, United States of America, 2017, p. 623.
- [45] M. S. Williams and R. G. Sexsmith, "Seismic damage indices for concrete structures: a state of the art review," *Earthquake spectra*, vol. 11, no. 2, pp. 319-349, 1995.
- [46] M. Petracca, R. R. Luca Pelaab and E. S. Guido Camatac, "Micro-scale continuous and discrete numerical models for nonlinear analysis of masonry shear walls," *Construction and Building Materials*, vol. 149, pp. 296-314, 2017.
- [47] M. O. Coral Alva, «Ensayos cíclicos en muros de albañilería confinada construidos con ladrillos king kong de fabricación industrial,» 2018.
- [48] NEHRP Seismic Design Technical Brief N°4, «Nonlinear Structural Analysis for Seismic Design. NIST GCR 10-917-5,» San Francisco, 2010, p. 36.
- [49] J. Moehle, *Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings*, New York: McGraw-Hill, 2014.
- [50] J. L. Beauperthuy U. and A. J. Urich B., "El efecto de columna Corta Estudio de casos," in *IV CONPAT NACIONAL*, Barquisimeto, Venezuela, 2011.
- [51] Á. San Bartolome and D. Quiun , "Propuesta Normativa para el diseño sísmico de edificaciones de albañilería confinada," *Revista Internacional Construlink*, vol. 2, no. 5, pp. 1-12, 2004.
- [52] Dirección de Normalización - INACAL, «NTP - ISO - 29481-1,» 2019. [En línea].
- [53] National Institute of Building Sciences, *National Building Information Modeling Standard*, United States, 2007, p. 183.
- [54] Ministerio de Economía y Finanzas, «Plan BIM Perú,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.mef.gob.pe/planbimperu/planbim.html>.
- [55] Dirección de Normalización - INACAL, «NTP-ISO 19650-1,» 2021. [En línea].
- [56] MINEDU, «Infraestructura Minedu,» 2019. [En línea]. Available: [http://www.minedu.gob.pe/p/app\\_normatividad.php](http://www.minedu.gob.pe/p/app_normatividad.php).
- [57] E. Romero, A. Morales, M. V. Requena, B. Zapico and J. d. Miguel, "Specific seismic retrofitting of a compact reinforced concrete building with X-bracings and steel jackets. Application to a primary school in Huelva," *PLoS ONE*, vol. 15, no. 9, p. 0238505, 2020.



## ANEXOS

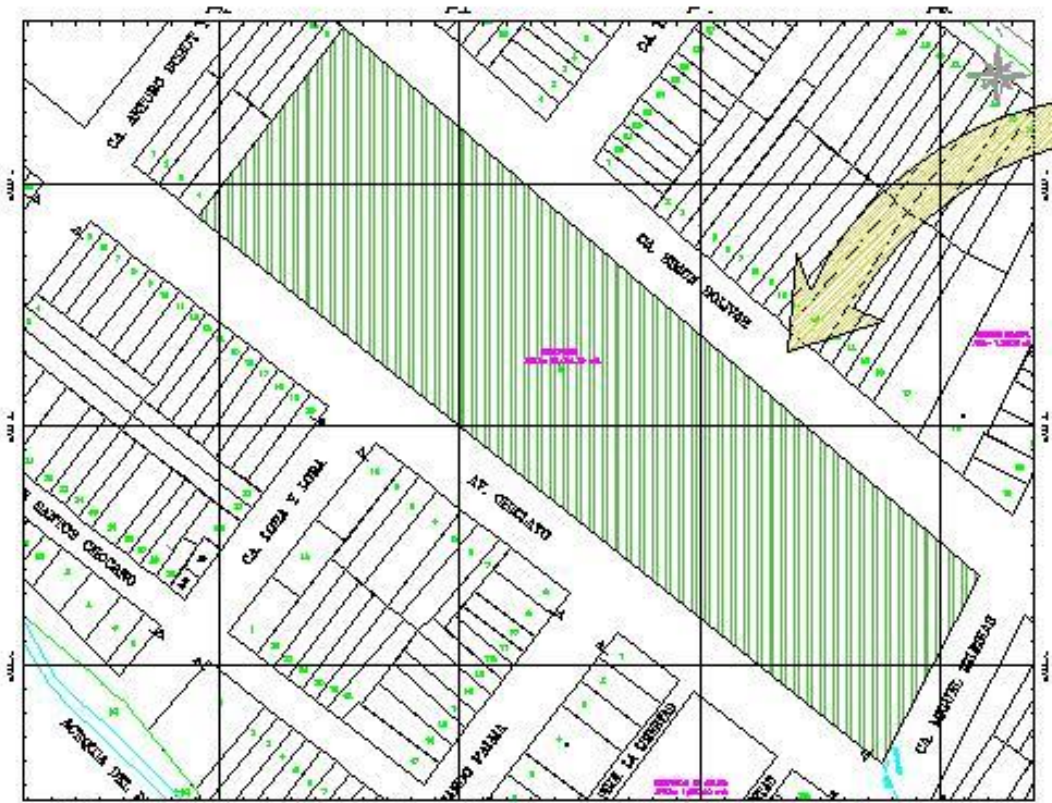
### Anexo 1: Puntos tomados para el Levantamiento Topográfico (Libreta de Campo)

LIBRETA DE CAMPO				
PUNTO	COORDENADAS		COTA	DESIG.
	ESTE	NORTE		
1	677230.572	9266234.808	202.985	Est.1
2	677249.832	9266249.292	202.712	Ver.
3	677253.044	9266248.323	202.680	Ver.
4	677253.497	9266244.768	202.531	Ver.
5	677251.898	9266248.761	202.586	Ver.

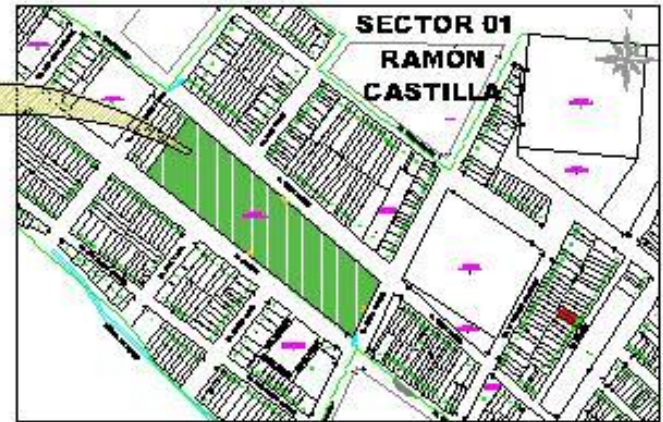
<b>6</b>	677249.331	9266247.588	202.704	Ver.
<b>7</b>	677250.786	9266240.068	202.614	Ver.
<b>8</b>	677253.202	9266243.128	202.532	Ver.
<b>9</b>	677259.812	9266232.919	202.248	Jard.
<b>10</b>	677266.426	9266228.372	202.134	Jard.
<b>11</b>	677262.827	9266235.669	202.178	Ram.
<b>12</b>	677268.317	9266231.366	202.085	Ram.
<b>13</b>	677273.345	9266229.207	201.986	P1
<b>14</b>	677333.590	9266175.064	203.021	Jard.
<b>15</b>	677334.951	9266173.881	203.034	Jard.
<b>16</b>	677335.749	9266177.685	203.043	Ram.
<b>17</b>	677337.014	9266176.632	203.066	Ram.
<b>18</b>	677301.558	9266312.431	202.467	Est.2
<b>19</b>	677299.264	9266310.555	203.397	Ver.
<b>20</b>	677300.230	9266309.814	202.421	Ver.
<b>21</b>	677301.195	9266311.016	202.434	Ver.
<b>22</b>	677301.925	9266310.275	202.413	Ver.
<b>23</b>	677301.105	9266309.145	202.421	Ver.
<b>24</b>	677307.916	9266308.689	202.453	Jard.
<b>25</b>	677319.971	9266298.216	202.324	Jard.
<b>26</b>	677304.303	9266306.395	202.410	Ver.
<b>27</b>	677305.337	9266307.457	202.408	Ver.
<b>28</b>	677319.300	9266295.458	202.335	Ram.
<b>29</b>	677322.197	9266292.968	202.243	Ram.
<b>30</b>	677321.170	9266291.991	202.215	P3
<b>31</b>	677324.373	9266294.403	202.345	Jard.
<b>32</b>	677387.297	9266250.483	202.834	BM-02
<b>33</b>	677379.255	9266247.293	204.416	Jard.
<b>34</b>	677383.449	9266243.729	204.643	Jard.
<b>35</b>	677378.169	9266245.175	204.397	Ram.
<b>36</b>	677381.226	9266242.568	204.578	Ram.

<b>37</b>	677384.073	9266238.144	204.748	P4
<b>38</b>	677388.488	9266234.399	205.202	P5
<b>39</b>	677386.562	9266241.102	205.128	Jard.
<b>40</b>	677391.604	9266236.721	205.467	Jard.
<b>41</b>	677483.601	9266175.157	206.992	Est.3
<b>42</b>	677429.623	9266199.396	205.752	P6
<b>43</b>	677443.411	9266187.582	205.548	P7
<b>44</b>	677431.261	9266202.647	206.134	Jard.
<b>45</b>	677455.772	9266181.548	206.126	Jard.
<b>46</b>	677476.718	9266159.068	206.354	P8
<b>47</b>	677479.720	9266156.485	206.387	P9
<b>48</b>	677477.986	9266162.562	206.482	Jard.
<b>49</b>	677483.217	9266158.077	206.540	Jard.
<b>50</b>	677477.438	9266160.949	206.431	Ram.
<b>51</b>	677481.493	9266157.398	206.473	Ram.
<b>52</b>	677548.752	9266095.863	205.742	Est.4
<b>53</b>	677533.052	9266115.237	205.947	Jard.
<b>54</b>	677531.735	9266113.574	205.855	Jard.
<b>55</b>	677543.521	9266125.035	206.824	BM-03
<b>56</b>	677533.929	9266114.483	205.950	Ver.
<b>57</b>	677532.430	9266112.621	205.831	Ver.
<b>58</b>	677531.253	9266112.102	205.768	P10
<b>59</b>	677531.832	9266107.616	205.594	P11
<b>60</b>	677533.268	9266107.660	205.657	Ver.
<b>61</b>	677526.525	9266096.842	205.023	P12
<b>62</b>	677513.044	9266070.907	203.840	P13
<b>63</b>	677502.861	9266051.477	203.087	P14
<b>64</b>	677502.189	9266048.224	202.978	Ver.
<b>65</b>	677397.664	9266105.082	205.870	Est.5
<b>66</b>	677497.260	9266046.403	203.022	Jard.
<b>67</b>	677496.930	9266049.188	203.121	Ver.
<b>68</b>	677498.270	9266050.030	203.135	P15
<b>69</b>	677484.456	9266061.018	203.841	P16

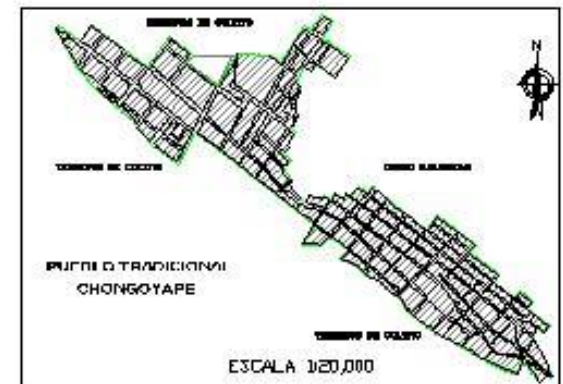
<b>70</b>	677447.380	9266085.270	205.039	Jard.
<b>71</b>	677445.446	9266086.835	205.120	Jard.
<b>72</b>	677448.716	9266087.703	205.136	Ram.
<b>73</b>	677447.290	9266088.822	205.147	Ram.
<b>74</b>	677408.838	9266095.922	205.642	BM-04
<b>75</b>	677417.625	9266112.352	206.291	Jard.
<b>76</b>	677416.209	9266113.593	206.278	Jard.
<b>77</b>	677401.624	9266127.451	205.683	P17
<b>78</b>	677382.800	9266142.355	205.029	P18
<b>79</b>	677375.691	9266141.945	204.820	Jard.
<b>80</b>	677374.367	9266142.954	204.724	Jard.
<b>81</b>	677377.722	9266144.328	204.844	Ram.
<b>82</b>	677376.239	9266145.272	204.750	Ram.



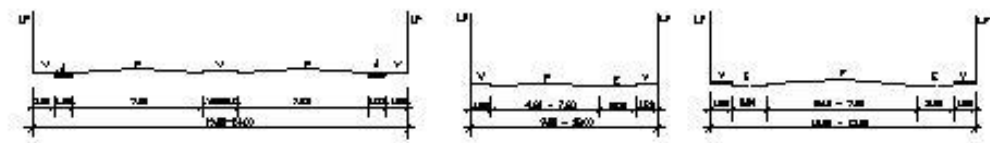
PLANO DE UBICACION Escala 1/500



PLANO DE LOCALIZACION Escala 1/333



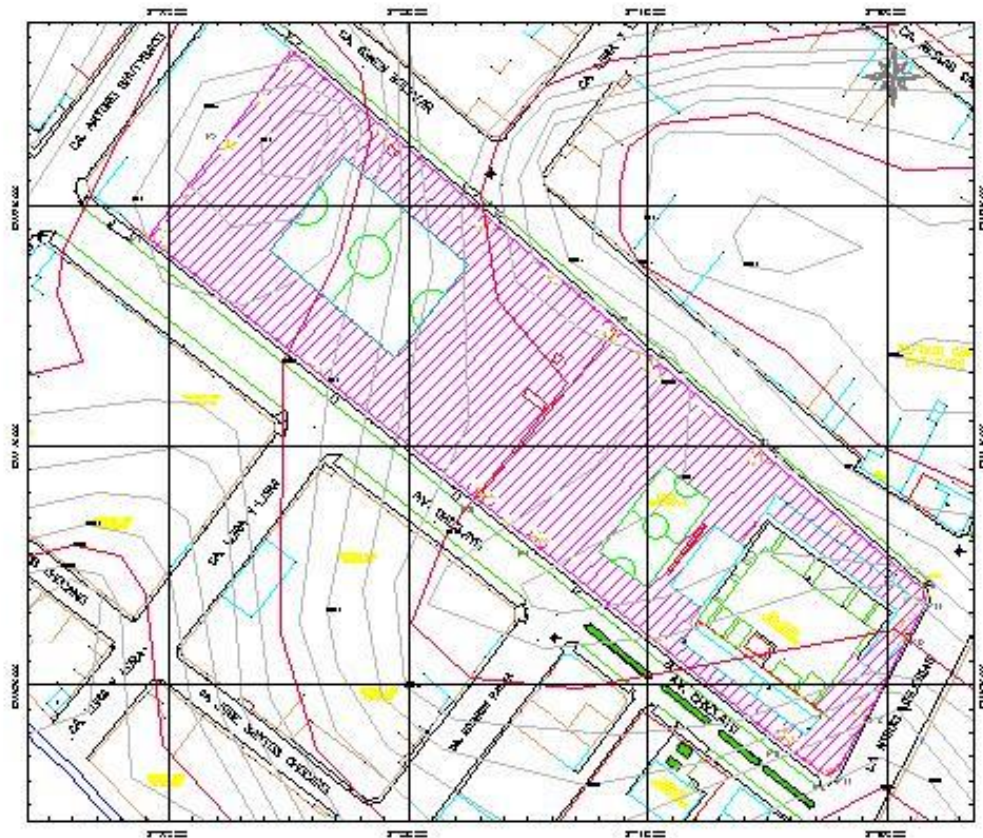
ESCALA 1/20,000



SECCIONES DEMAS  
ESCALA 1/250

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN																														
FACULTAD DE INGENIERIA ARQUITECTONICA Y URBANISTICA - ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																														
<table border="1" style="width:100%"> <tr> <td style="width:25%">TITULO</td> <td style="width:25%">FECHA</td> <td style="width:25%">AUTOR</td> <td style="width:25%">REVISOR</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1" style="width:100%"> <tr> <td style="width:33%">NOMBRE DEL ALUMNO</td> <td style="width:33%">MATERIA</td> <td style="width:33%">FECHA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle; text-align: center; font-size: 24pt;">UL-01</td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <table border="1" style="width:100%"> <tr> <td style="width:33%">PROFESOR</td> <td style="width:33%">FECHA</td> <td style="width:33%">MATERIA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> </table>				TITULO	FECHA	AUTOR	REVISOR					<table border="1" style="width:100%"> <tr> <td style="width:33%">NOMBRE DEL ALUMNO</td> <td style="width:33%">MATERIA</td> <td style="width:33%">FECHA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			NOMBRE DEL ALUMNO	MATERIA	FECHA				UL-01	<table border="1" style="width:100%"> <tr> <td style="width:33%">PROFESOR</td> <td style="width:33%">FECHA</td> <td style="width:33%">MATERIA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			PROFESOR	FECHA	MATERIA			
TITULO	FECHA	AUTOR	REVISOR																											
<table border="1" style="width:100%"> <tr> <td style="width:33%">NOMBRE DEL ALUMNO</td> <td style="width:33%">MATERIA</td> <td style="width:33%">FECHA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			NOMBRE DEL ALUMNO	MATERIA	FECHA				UL-01																					
NOMBRE DEL ALUMNO	MATERIA	FECHA																												
<table border="1" style="width:100%"> <tr> <td style="width:33%">PROFESOR</td> <td style="width:33%">FECHA</td> <td style="width:33%">MATERIA</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			PROFESOR	FECHA	MATERIA																									
PROFESOR	FECHA	MATERIA																												





LE FANT ARRIENT O TOPOGRÁFICO Escala 7 2500

YMC BIL.	LARGO	ANCHO	ÁNGULO	ÁREA	PERÍMETRO
P1	P1 B	21.1000	11° 51' 07"	1.225.2600	120.120.21.000
P2	P2 B	21.1000	08° 51' 07"	1.211.1000	120.120.21.000
P3	P3 B	22.4000	07° 51' 07"	1.221.1000	120.120.21.000
P4	P4 B	21.1000	08° 51' 07"	1.241.1000	120.120.21.000
P5	P5 B	21.1000	11° 51' 07"	1.246.8000	120.120.21.000
P6	P6 B	19.4000	11° 51' 07"	1.120.1000	120.120.21.000
P7	P7 B	19.4000	08° 51' 07"	1.110.1000	120.120.21.000
P8	P8 B	21.1000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P9	P9 B	19.4000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P10	P10 B	19.4000	08° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P11	P11 B	21.1000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P12	P12 B	21.1000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P13	P13 B	19.4000	08° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P14	P14 B	19.4000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P15	P15 B	19.4000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P16	P16 B	19.4000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P17	P17 B	21.1000	08° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P18	P18 B	19.4000	11° 51' 07"	1.246.8000	120.120.21.000

YMC BIL.	LARGO	ANCHO	ÁNGULO	ÁREA	PERÍMETRO
P19	P19 B	19.4000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P20	P20 B	19.4000	08° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P21	P21 B	19.4000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P22	P22 B	19.4000	08° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000

**LEYENDA**

	FRONTERA
	ESTACION
	VEREDA
	PUNTO DE NIVEL
	MANCANAS
	FRONTERA
	BUEN

YMC BIL.	LARGO	ANCHO	ÁNGULO	ÁREA	PERÍMETRO
P23	P23 B	19.4000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P24	P24 B	19.4000	08° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P25	P25 B	19.4000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P26	P26 B	19.4000	08° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P27	P27 B	19.4000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P28	P28 B	19.4000	08° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P29	P29 B	19.4000	11° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000
P30	P30 B	19.4000	08° 51' 07"	1.111.8000	120.120.21.000

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE COLOMBIA	
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AMBIENTAL ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA	
PROYECTO	DESARROLLO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
FECHA	10/01/2023
PROFESOR	DR. JUAN CARLOS GARCÍA
ESTUDIANTE	ANDRÉS FELIX GARCÍA
GRUPO	PT-01

## Anexo 2: Resultados del Estudio Mecánica de Suelos

### Anexo 2.1: Resultados de Laboratorio

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0013

#### INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

**TESIS:** \*APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL\*  
**TESTEA:** Bach. Vega Bravo Greicy Carolyne  
 ORCID: 0000-0002-3736-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D6913/D6913M-17

#### Método de prueba estándar para

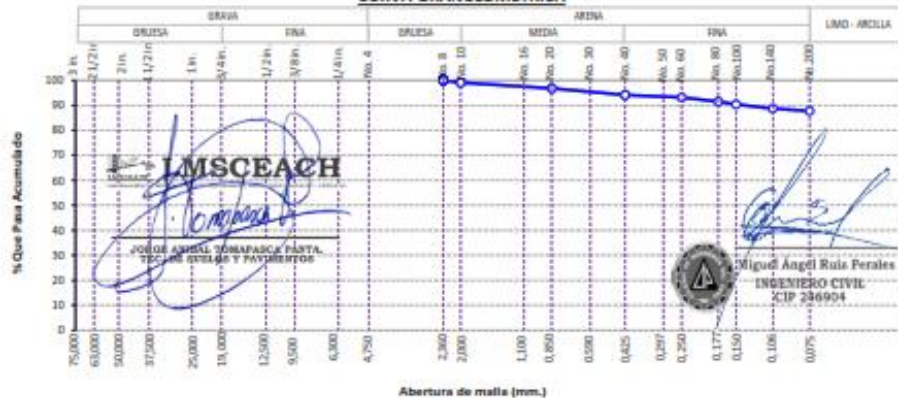
#### Distribución de partícula (gradación) de suelos mediante análisis por tamizado<sup>1</sup>

##### REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALICATA: C-1 MUESTRA: M-1 PROF. (M): 0.40 - 1.30  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 30/09/2022

TAMICES		MASA RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(grg.)	(mm.)						
3 in.	75.000						Método: "R" Procedimiento: Húmedo
2 1/2 in.	63.000						MASA TOTAL SECO (g) < 3 in. : 0.0
2 in.	50.000						MASA TOTAL SECO (g) < 5/8 in. : 0.0
1 1/2 in.	37.500						MASA DE TRACCIÓN FINA SECA (g) : 287.1
1 in.	25.000						Tamaño Máximo (T.M.) : No. 8
3/4 in.	18.000						Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.) : No.10
1/2 in.	12.500						PORCENTAJE DE GRAVA : :
3/8 in.	9.500						PORCENTAJE DE ARENA : :
1/4 in.	6.300						PORCENTAJE DE FINOS : 87.7 %
No. 4	4.750						D <sub>10</sub> : 0.00 mm.
No. 8	2.360				100.0		D <sub>30</sub> : 0.00 mm.
No.10	2.000	2.40	0.9	0.9	99.1		D <sub>60</sub> : 0.00 mm.
No.16	1.100						Cu : 27011356.4
No.20	0.850	6.30	2.5	3.2	96.6		Cc : 0.0
No.30	0.590						LÍMITE LÍQUIDO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 55 %
No.40	0.425	7.00	2.6	5.8	94.2		LÍMITE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 20 %
No.50	0.297						ÍNDICE PLÁSTICIDAD (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 35 %
No.60	0.250	2.30	1.1	6.9	93.1		CONT. HUM. NATURAL (ASTM D2236-20) : 17.8 %
No.80	0.177	4.40	1.6	8.5	91.5		CLASIFICACIÓN DE SUELOS
No.100	0.150	5.20	1.7	9.7	90.3		AASHTO (ASTM D5328) : A-7-6(33)
No.140	0.106	4.30	1.5	11.3	88.7		Método : :
No.200	0.075	2.70	1.0	12.3	87.7		UIC (ASTM D 2487-17) : CH
FONDO		234.3	87.7	100.0	0.0		Análisis de alta plasticidad

#### CURVA GRANULOMETRICA



##### OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomaspica P.





INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22- 0011

Pág. 01 de 02

**TESIS:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**TESISTA:** Bach. Vega Bravo Greycy Carolyn  
 DRCID: 0000-0000-3736-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAREQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 23 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D4318 - 17<sup>n1</sup>

**Métodos de prueba estándar para el límite de líquido, el límite de plástico y el índice de plasticidad de los suelos**

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

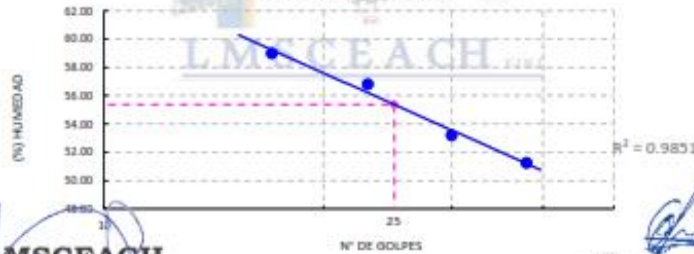
**IDENTIFICACIÓN:** Posterior pabellón A **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1 **PROF (M):** 0.40 - 1.30  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" **FECHA DEL ENSAYO:** 2/10/2022

**Datos de la Muestra Recibida.**

**Humedad de Recepción (%):** 17.8 **Tamaño Máx. de Partícula: No. 8** **Ret. En Tamiz No. 40 (%):** 5.8  
**Preparación del Espéimen:** Número Mezclado en Cápsula y Partículas de Arena Removidas **Agua de Mezcla:** Destilada  
**Límite Plástico:** Rotado Manual **Límite Líquido:** Equipo Manual **Ranurador Casagrande /ASTM:** Plástico

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO Método "A"				LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
	A-10	A-20	A-25	A-30	T-11	T-12	
Número de cápsula	A-10	A-20	A-25	A-30	7-11	T-12	
Número de golpes	38	30	25	17	---	---	
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	36.37	37.05	36.77	39.19	23.95	16.76	
Masa de cápsula + suelo seco (g)	40.11	40.25	39.62	40.45	14.74	15.33	
Masa del Agua (g)	10.26	16.80	17.15	18.74	1.21	1.43	
Masa de la cápsula (g)	8.57	8.99	9.42	8.67	8.62	8.12	
Masa del suelo seco (g)	31.74	31.59	30.20	31.78	6.12	7.21	
Porcentaje de humedad (%)	32.23	55.28	56.79	58.97	18.77	19.83	19.80

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS  
 JOSGE ANIBAL TOMAPACA PARRA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y FUNDACIONES

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (LL) =	55 %
LÍMITE PLÁSTICO (LP) =	20 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	35 %

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

- OBSERVACIONES:**
- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
  - Ensayo efectuado al material pasando la malla N° 40.
  - Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomapaca P.





INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág. 01 de 01

**TESIS:** \*APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL\*  
**TESISTA:** Bach. Vega Bravo Greicy Carolyn  
 ORCID: 0000-0002-5736-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Septiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D2216 - 19

**Métodos de prueba estándar para la Determinación en Laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo y la roca en masa<sup>1</sup>**

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** Posterior pabellón A **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-1 **PROF. (M):** 0.40 - 1.30  
**Lugar de muestreo:** Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" **FECHA DEL ENSAYO:** 1/10/2022

Tamaño Máximo Nominal (TMR) No. 8 Método: "A"

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Massa del suelo húmedo + Capsula (g)	377.2	
Massa del suelo seco + Capsula (g)	301.5	
Massa de Capsula (g)	77.2	
Massa de agua (g)	75.7	
Massa de suelo seco (g)	424.3	
Contenido de agua (%)	17.8 %	
Promedio del contenido de agua (%)	17.8 %	
Massa Seca Constante		

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 17.8 %**

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizado por el edictante.
- Excavación realizada a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.
- Se Uso la Muestra completa.

**LMSCEACH**  
 INGENIERO CIVIL  
 JOSÉ ARIBEL TOMPAAZA P. ARTA  
 TECNICO EN SUELOS Y PASADIZOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

Revisado y Aprobado por: Anibal Tompaaza P.



INFORME DE ENSAYO

TESISTA: \*APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL\*  
 DIRECCIÓN: Bach. Vega Bravo Doreya Carolyne  
 ORCID: 0000-0002-3736-1040  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 30 de Setiembre de 2022 FECHA EMISIÓN: martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D6913/D6913M-17

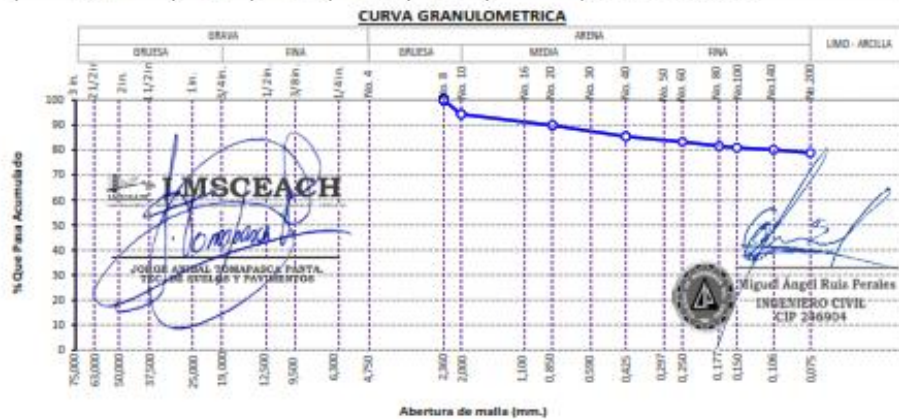
Método de prueba estándar para

Distribución de partícula (gradación) de suelos mediante análisis por tamizado<sup>1</sup>

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALICATA: C-1 MUESTRA: M-3 PROF (M): 1.30 - 1.80  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 30/09/2022

TAMICES		MASA RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
(pulg.)	(mm.)						
3 in.	75.000						Método: "A" Proceso: Húmedo
2 1/2 in.	63.000						MASA TOTAL SECO (g) : 2,181.8
2 in.	50.000						MASA DE TRACCIÓN FINA SECA (g) : 242.4
1 1/2 in.	37.500						Tamaño Máximo (T.M.) : No. 8
1 in.	25.000						Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.) : No.10
3/4 in.	18.000						PORCENTAJE DE GRAVA : -
1/2 in.	12.500						PORCENTAJE DE ARENA : -
3/8 in.	9.500						PORCENTAJE DE FINOS : 78.8 %
1/4 in.	6.300						D <sub>10</sub> : 0.00 mm.
No. 4	4.750						D <sub>30</sub> : 0.00 mm.
No. 8	2.360				100.0		D <sub>60</sub> : 0.00 mm.
No. 10	2.000	13.80	3.7	3.7	96.3		D <sub>85</sub> : 1901/002.2
No. 15	1.100						C <sub>u</sub> : 0.1
No. 20	0.850	10.70	4.4	10.1	89.9		LÍMITE LÍQUIDO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 76 %
No. 30	0.590						LÍMITE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 37 %
No. 40	0.425	10.90	4.5	14.6	85.4		ÍNDICE PLÁSTICIDAD (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 39 %
No. 50	0.297						CONT. HUM. NATURAL (ASTM G2256-18) : 11.0 %
No. 60	0.250	5.10	2.1	16.7	83.3		CLASIFICACIÓN DE SUELOS
No. 80	0.177	4.10	1.7	18.4	81.6		AASHTO (ASTM D5282) : A-7-9(33)
No. 100	0.150	1.80	0.7	19.1	80.9		Método : -
No. 140	0.106	2.20	0.9	20.0	80.0		SUCS (ASTM D 2487-07) : MH
No. 200	0.075	2.90	1.2	21.2	78.8		Límite de alta plasticidad con arena
FONDO		191.1	78.8	100.0	0.0		



OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizada a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomapaca P.



INFORME DE ENSAYO

**TESISTA:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**DIRECCIÓN:** Bach. Vega Bravo Greycy Carolyn  
 DIRCJ: 0000-0003-5736-3040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAREQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 23 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D4318 - 17<sup>1</sup>

**Métodos de prueba estándar para el límite de líquido, el límite de plástico y el índice de plasticidad de los suelos**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

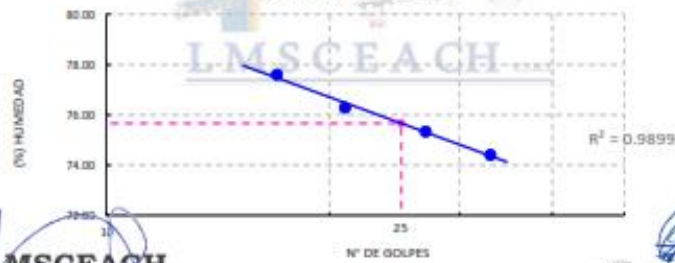
IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALICATA: C-1 MUESTRA: M-2 PROF (M): 1.30 - 1.80  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Changoyapa" FECHA DEL ENSAYO: 2/10/2022

Datos de la Muestra Recibida.

Humedad de Recepción (%): 11 Tamaño Máx. de Partícula: No. 8 Ret. En Tamiz No. 40 (%): 14.8  
 Preparación del Espécimen: Húmeda Mezclado en Cápsula y Partículas de Arena Removidas Agua de Mezcla: Destilada  
 Límite Plástico: Rolado Manual Límite Líquido: Equipo Manual Ranurador Casagrande /ASTM Plástico

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO Método: "A"			LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
	A-19	A-20	A-21	T-11	T-12	
Número de cápsula						
Número de golpes	33	27	21	---	---	
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	41.26	40.21	42.78	23.26	23.20	
Masa de cápsula + suelo seco (g)	35.97	35.17	36.83	22.89	22.81	
Masa del Agua (g)	5.29	5.04	5.95	2.37	2.39	
Masa de la cápsula (g)	28.88	28.48	29.03	28.49	28.49	
Masa del suelo seco (g)	7.11	6.09	7.80	6.40	6.32	
Porcentaje de humedad (%)	74.40	75.34	76.28	37.03	37.82	37.42

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**LMSCEACH**  
 JOSE ANIBAL TOMAPASCA PERALES  
 TÉCNICO EN SUELOS Y FUNDACIONES

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (LL) =	76 %
LÍMITE PLÁSTICO (LP) =	37 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	39 %

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Ensayo efectuado al material pasarle la malla N° 40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomapasca P.



INFORME DE ENSAYO

**TESISTA:** \*APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL\*  
**DIRECCIÓN:** Bach. Vega Bravo Greycy Carolyn  
 O.R.C.I.D.: 0000-0002-5736-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D2216 - 19

**Métodos de prueba estándar para la Determinación en Laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo y la roca en masa<sup>1</sup>**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

**IDENTIFICACIÓN:** Posterior pabellón A **CALICATA:** C-1 **MUESTRA:** M-2 **PROF.(M):** 1.30 - 1.80  
**Lugar de muestreo:** Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" **FECHA DEL ENSAYO:** 1/10/2022

Tamaño Máximo Nominal (TMN)	No. S	Método:	"A"
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>			
Masa del suelo húmedo + Capsula (g)		MUESTRA 1	MUESTRA 2
Masa del suelo seco + Capsula (g)		456.0	
Masa de Capsula (g)		439.2	
Masa de agua (g)		75.4	
Masa de suelo seco (g)		37.7	
Contenido de agua (%)		343.8	
Promedio del contenido de agua (%)		11.0 %	

Masa Seca Constante.

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 11.0 %**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.
- Se Uso la Muestra completa.

**JOSÉ ARNAL TOMASPACA PARRA**  
 TECNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomaspaca P.





INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág. 02 de 03

**TEM:** \*APLICACION DE LA METODOLOGIA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANALISIS LINEAL Y NO LINEAL\*  
**TESTA:** Bach. Vega Bravo Gracia Carolyn  
 ORCID: 0000-0002-3736-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D6913/D6913M-17

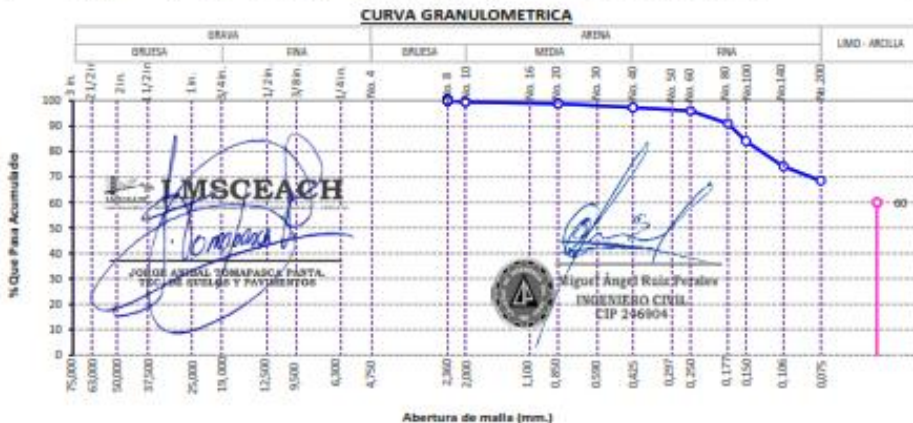
**Método de prueba estándar para**

**Distribución de partícula (gradación) de suelos mediante análisis por tamizado<sup>1</sup>**

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A **CALCATA:** C-1 **MUESTRA:** M-3 **PROF (M):** 1.80 - 3.00  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" **FECHA DEL ENSAYO:** 30/09/2022

TAMICES		MASA RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(pulg.)	(mm.)						
3 in.	75.000						Método: "A" Procesamiento: Húmedo
2 1/2 in.	63.000						MASA TOTAL SECO (g) : 301.0
2 in.	50.000						Tamaño Máximo (T.M.) : No. 8
1 1/2 in.	37.500						Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.) : No.10
1 in.	25.000						PORCENTAJE DE GRAVA :
3/4 in.	18.000						PORCENTAJE DE ARENA :
1/2 in.	12.500						PORCENTAJE DE FINOS :
3/8 in.	9.500						D <sub>10</sub> : 0.04 mm.
1/4 in.	6.300						D <sub>30</sub> : 0.07 mm.
No. 4	4.750						D <sub>50</sub> : 0.09 mm.
No. 8	2.360				100.0		D <sub>60</sub> : 0.15 mm.
No. 10	2.000	3	0.7	0.7	99.3		C <sub>c</sub> : 25.4
No. 15	1.180						C <sub>u</sub> : 0.5
No. 20	0.850	2	0.7	1.5	98.7		LÍMITE LÍQUIDO (D4318 - 17 <sup>o</sup> ) : 34 %
No. 30	0.590						LÍMITE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>o</sup> ) : 19 %
No. 40	0.425	4	1.5	2.7	97.3		ÍNDICE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>o</sup> ) : 15 %
No. 50	0.297						CONT. HUM. NATURAL (ASTM D2216-18) : 5.5 %
No. 60	0.250	4	1.5	4.0	96.0		CLASIFICACIÓN DE SUELOS
No. 80	0.177	15	5.0	9.0	91.0		
No. 100	0.150	21	7.0	15.9	84.1		USHTD (ASTM D5322) : A-6(B)
No. 140	0.106	30	10.0	25.9	74.1		Método : CL
No. 200	0.075	17	5.6	31.8	68.4		SUCS (ASTM D 2487-17) : CL
FONDO		306.0	68.4	100.0	0.0		Activa arenosa de baja plasticidad



**OBSERVACIONES:**

- Muestra e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.

Revisado y Aprobado por: Anibal Tompaica P.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág. 01 de 03

**TESIS:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANALISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**TESISTA:** Bach. Vega Bravo Doreya Carolyn  
 DRCO: 0000-0000-5750-3040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D4318 - 17<sup>1</sup>

**Métodos de prueba estándar para el límite de líquido, el límite de plástico y el índice de plasticidad de los suelos**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALICATA: C-1 MUESTRA: M-3 PROF. (M): 1.80 - 3.00  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 1/10/2022

Datos de la Muestra Recibida.

Humedad de Recepción (%): 5.3 Tamaño Máx. de Partícula: No. 8 Vel. En Tamiz No. 40 (%): 2.7  
 Preparación del Espécimen: Húmeda Mezclado en Cápsula y Partículas de Arena Removidas Agua de Mezcla: Destilada  
 Límite Plástico: Rolado Manual Límite Líquido: Equipo Manual Ramador Casagrande /ASTM Plástico

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO Método: "A"			LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
	A-13	A-27	A-50	T-7	T-5	
Número de cápsula	A-13	A-27	A-50	T-7	T-5	
Número de golpes	34	27	20	—	—	
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	31.07	31.87	33.57	15.86	16.14	
Masa de cápsula + suelo seco (g)	25.77	26.34	26.87	14.69	14.97	
Masa del Agua (g)	5.30	5.53	6.70	1.17	1.17	
Masa de la cápsula (g)	8.74	9.39	8.37	8.43	8.88	
Masa del suelo seco (g)	17.03	16.95	18.50	6.26	6.11	
Porcentaje de humedad (%)	31.12	32.63	36.22	18.89	19.15	18.92

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**JORGE ARBAL TOMASPASA P.**  
 TERCERO DE OFICINOS Y PALESTRANTON

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (LL) =	34 %
LÍMITE PLÁSTICO (LP) =	19 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	15 %

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Revisado y Aprobado por: Arbal Tomaspasa P.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág.: 01 de 01

**TEMA:** APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL.  
**TESTISTA:** Bach. Vega Bravo Greicy Carolyn  
 ORCID: 0000-0002-5730-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D2216 - 19

**Métodos de prueba estándar para la Determinación en Laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo y la roca en masa<sup>1</sup>**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALICATA: C-2 MUESTRA: M-5 PROF. (M): 1.80 - 3.00  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 1/10/2022

Tamaño Máximo Nominal (TMN) No. 8 Método: "A"

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Masa del suelo húmedo + Capsula (g)	532.4	
Masa del suelo seco + Capsula (g)	507.7	
Masa de Capsula (g)	75.4	
Masa de agua (g)	25.7	
Masa de suelo seco (g)	432.3	
Contenido de agua (%)	5.5 %	
Promedio del contenido de agua (%)	5.5 %	
Masa Seca Constante.		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 5.5 %</b>		

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.
- Se Uso la Muestra completa.

  
**JORGE ARRIAL TOMASPACA PARIZA**  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

Resultado y Aprobado por: Anibal Tomaspaca P.



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D3080

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
 Testista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
 Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
 Ubicación : DISTR. CHONGUYAPE, PROV. DE CHICLAYO, REG. LAMBAYEQUE.  
 Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calcata : C - 01  
 Muestra : M - 02 SUCS: MH  
 Profundidad : 1.50 Estado: INALTERADA

Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		1 Kg/cm <sup>2</sup>		2 Kg/cm <sup>2</sup>		4 Kg/cm <sup>2</sup>	
Etapas		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)		2.08	2.05	2.00	1.96	1.99	1.81
Diámetro (cm)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Humedad (%)		48	48.23	48.42	47.95	44.53	48.63
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )		1.76	1.78	1.76	1.84	1.78	1.91

1Kg/cm <sup>2</sup>			2Kg/cm <sup>2</sup>			4Kg/cm <sup>2</sup>		
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.07	0.07	0.05	0.34	0.17	0.05	0.84	0.21
0.10	0.10	0.10	0.10	0.40	0.20	0.10	0.96	0.24
0.20	0.16	0.16	0.20	0.47	0.24	0.20	1.17	0.29
0.35	0.21	0.21	0.35	0.56	0.28	0.35	1.23	0.31
0.50	0.26	0.26	0.50	0.63	0.32	0.50	1.28	0.32
0.75	0.30	0.30	0.75	0.70	0.35	0.75	1.35	0.34
1.00	0.33	0.33	1.00	0.74	0.37	1.00	1.41	0.35
1.25	0.36	0.36	1.25	0.77	0.39	1.25	1.45	0.36
1.50	0.37	0.37	1.50	0.79	0.40	1.50	1.47	0.37
1.75	0.39	0.39	1.75	0.80	0.40	1.75	1.48	0.37
2.00	0.40	0.40	2.00	0.81	0.41	2.00	1.49	0.37
2.50	0.43	0.43	2.50	0.83	0.42	2.50	1.49	0.37
3.00	0.44	0.44	3.00	0.83	0.42	3.00	1.49	0.37
3.50	0.46	0.46	3.50	0.82	0.41	3.50	1.48	0.37
4.00	0.47	0.47	4.00	0.82	0.41	4.00	1.48	0.37
4.50	0.47	0.47	4.50	0.81	0.41	4.50	1.47	0.37
5.00	0.48	0.48	5.00	0.81	0.41	5.00	1.47	0.37
6.00	0.50	0.50	6.00	0.79	0.40	6.00	1.46	0.37
7.00	0.50	0.50	7.00	0.78	0.39	7.00	1.45	0.36
8.00	0.50	0.50	8.00	0.77	0.39	8.00	1.44	0.36
9.00	0.50	0.50	9.00	0.76	0.38	9.00	1.44	0.36
10.00	0.50	0.50	10.00	0.76	0.38	10.00	1.44	0.36
11.00	0.50	0.50	11.00	0.75	0.38	11.00	1.44	0.36
12.00	0.50	0.50	12.00	0.75	0.38	12.00	1.44	0.36







# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

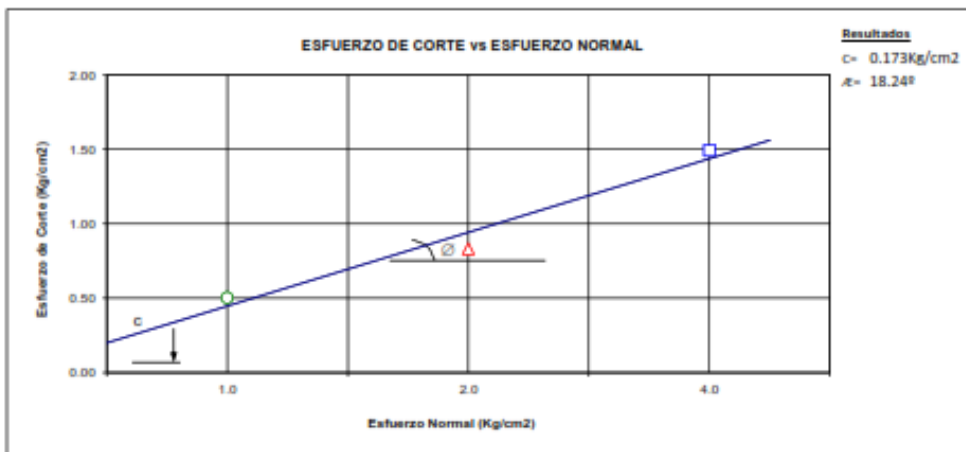
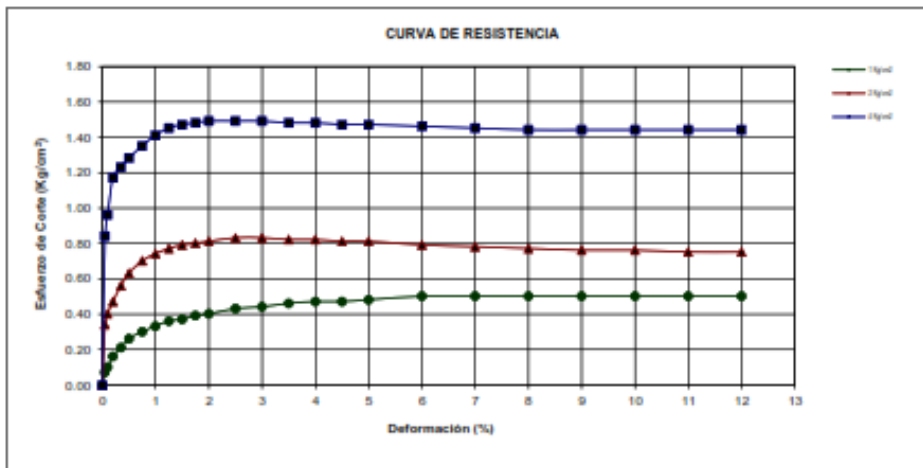
LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D3080

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
Testista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
Ubicación : DISTR. CHONGOYAPE, PROV. DE CHICLAYO, REG. LAMBAYEQUE.  
Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calicata : C - 01  
Muestra : M - 02  
Profundidad : 1.50

SUCS: MH  
Estado: INALTERADA



LMSCEACH  
FORO LABOR TRANSACCIONES  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Angel Ruiz Posada  
INGENIERO CIVIL  
2024/09



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
 Tesista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
 ORCID: 0000-0002-3736-1040  
 Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA  
 INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
 Ubicación : Dist. de Chongoyape, Prov. de Chiclayo, Reg. de Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calicata : C - 01 SUCS: MH  
 Muestra : M - 02 Estado: INALTERADA  
 Profundidad: 1.50

**CIMENTACION CONTINUA**

**CAPACIDAD PORTANTE**

**[FALLA LOCAL]**

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

$q_d$  = Capacidad de Carga limite en  $Tm/m^2$

C = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$

Y = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$

$D_f$  = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

$N'_c$   $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico

**DATOS:**

$\phi$ =	18.24 °
C =	0.17
Y =	1.76
$D_f$ =	1.50
B =	1.00
$N_c$ =	11.01
$N_q$ =	3.42
$N_y$ =	0.92

$$q_d = 22.54 Tm/m^2$$

$$q_d = 2.25 Kg/cm^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

**PRESION ADMISIBLE**

$$q_a = 0.75 Kg/cm^2$$

Miguel Ángel Ruiz Pozas  
 INGENIERO CIVIL  
 - IP 246904



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
 Tesista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
 ORCID: 0000-0002-3736-1040  
 Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA  
 INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
 Ubicación : Dist. de Chongoyape, Prov. de Chiclayo, Reg. de Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calicata : C - 01 SUCS: MH  
 Muestra : M - 02 Estado: INALTERADA  
 Profundidad : 1.50

**CIMENTACION AISLADA**

**CAPACIDAD PORTANTE  
(FALLA LOCAL)**

$$q_d = 1.3(2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.4 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

- $q_d$  = Capacidad de Carga límite en  $Tm/m^2$
- C = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$
- Y = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$
- Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
- B = Ancho de la zapata, en metros
- $N'_c$   $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico

**DATOS:**

$\phi$ =	18.24 °
C =	0.17
Y =	1.70
Df =	1.50
B =	1.00
$N_c$ =	11.01
$N_q$ =	3.42
$N_y$ =	0.92

$$q_d = 20.18 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.02 \text{ Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

**PRESION ADMISIBLE**

$$q_d = 0.87 \text{ Kg/cm}^2$$





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

### LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
Solicitante : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
ORCID: 0000-0002-3730-1040  
Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
Ubicación : DISTR. CHONGDYAPE, PROV. DE CHICLAYO, REG. LAMBAYEQUE.  
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<i>Calicata</i>	: C - 01	
<i>Muestra</i>	: M - 2	
<i>Profundidad</i>	: 1.30 - 1.80 m.	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	26.25
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	%	0.00

#### Observaciones:

- Los responsables del laboratorio de mecánica de suelos no han intercedido en la exploración y muestreo del material, solo se han condicionado a realizar los ensayos indicados a las muestras, por tanto, sólo se hacen responsables por los resultados alcanzados de dicho material.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág.: 01 de 01

**TEMA:** \*APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL\*  
**TESTEA:** Bach. Vega Bravo Gracia Carolyn  
 ONCID: 0000-0003-3736-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022

**FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D6913/D6913M-17

Método de prueba estándar para

Distribución de partícula (gradación) de suelos mediante análisis por tamizado<sup>1</sup>

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1 PROF (M): 0.00 - 1.40  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 30/09/2022

TAMICES		MASA RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
(ingl.)	(mm.)						
3 in.	75.000						Método : "A" Procesamiento : Húmedo
2 1/2 in.	63.000						MASA TOTAL SECO (g) < 3 in. : 553.8
2 in.	50.000						MASA TOTAL SECO (g) < 3/8 in. : 554.8
1 1/2 in.	37.500						MASA DE FRACCIÓN FINA SECA (g) : 553.8
1 in.	25.000						Tamaño Máximo (T.M.) : 1/2 in.
3/4 in.	19.000						Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.) : 3/8 in.
1/2 in.	12.500				100.0		PORCENTAJE DE GRAVA : 3.8 %
3/8 in.	9.500	7.7	3.4	3.4	88.6		PORCENTAJE DE ARENA : 20.3 %
1/4 in.	6.300						PORCENTAJE DE FINOS : 75.7 %
No. 4	4.750	13.3	2.4	3.8	96.2		D <sub>10</sub> : 0.075 mm.
No. 8	2.360						D <sub>30</sub> : 0.075 mm.
No. 20	0.850	11.90	2.0	8.7	91.3		D <sub>60</sub> : 0.075 mm.
No. 40	0.425	13.30	2.7	11.3	88.7		D <sub>100</sub> : 0.075 mm.
No. 60	0.250	11.90	2.1	13.4	86.6		D <sub>200</sub> : 100.8
No. 80	0.177	14.40	2.5	15.9	84.1		C <sub>c</sub> : 0.4
No. 100	0.150	13.20	2.3	16.2	83.8		LÍMITE LÍQUIDO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 55 %
No. 140	0.106	14.10	2.6	20.7	79.3		LÍMITE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 19 %
No. 200	0.075	13.20	2.3	24.3	75.7		ÍNDICE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 36 %
FONDO		435.5	75.7	100.0	0.0		CONT. HUM. NATURAL (ASTM D2216-20) : 32.7 %
							<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>
							AASHTO (ASTM D5282) : A-7-6(27)
							UIC (ASTM D 2487-17) : CH
							Anillo de alta plasticidad con arena



OBSERVACIONES:

- Muestra e identificación realizada por el solicitante.
- Excavación realizada a cielo abierto.
- Las muestras se realizaron tal como se recibió.

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomapasca P.





INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22- 0011

Pág. 01 de 03

**TEMA:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**TESISTA:** Bach. Vega Bravo Orecyn Carolyn  
 DRCID: 0000-0000-3736-3040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D4318 - 17<sup>21</sup>

**Métodos de prueba estándar para el límite de líquido, el límite de plástico y el índice de plasticidad de los suelos**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

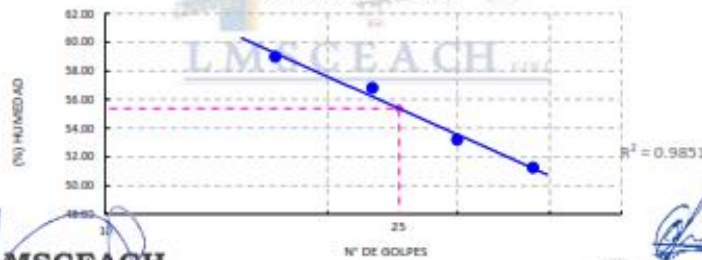
IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALICATA: C-2 MUESTRA: M-1 PROF. (M): 0.00 - 1.40  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 2/10/2022

Datos de la Muestra Recibida.

Humedad de Recepción (%): 32.7 Tamaño Máx. de Partícula: 1/2 in. Rel. En Tamiz No. 40 (%): 11.3  
 Preparación del Espécimen: Húmeda Meclado en Cápsula y Partículas de Arena Removidas Agua de Mezcla: Destilada  
 Límite Plástico: Rolado Manual Límite Líquido: Equipo Manual Ranurador Casagrande /ASTM Plástico

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO Método: "A"				LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
	A-02	A-03	A-04	A-20	T-3	T-6	
Número de cápsula							
Número de golpes	38	30	25	17	—	—	
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	56.37	57.05	56.77	59.19	26.13	16.39	
Masa de cápsula + suelo seco (g)	40.13	40.25	39.62	40.45	14.97	15.34	
Masa del Agua (g)	16.26	16.80	17.15	18.74	1.16	1.25	
Masa de la cápsula (g)	8.57	8.80	8.42	8.67	8.80	8.72	
Masa del suelo seco (g)	31.74	31.59	30.20	31.78	6.08	6.42	
Porcentaje de humedad (%)	51.23	53.18	56.79	58.97	23.08	19.47	19.27

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**LMSCEACH**  
 JOSE ANIBAL YOMAPASCA PARETA.  
 TECNICO EN SUELOS Y FUNDACIONES

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (LL) =	55 %
LÍMITE PLÁSTICO (LP) =	19 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	36 %



Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Ensayo efectuado al material pasarle la malla N° 40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomapasca P.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág. 01 de 01

**TEMA:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANALISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**TEMATA:** Bach. Vega Bravo Greysy Carolyn  
 DRCID: 0000-0002-3730-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCION:** viernes, 30 de Septiembre de 2022 **FECHA EMISION:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D2216 - 19

**Métodos de prueba estándar para la Determinación en Laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo y la roca en masa<sup>1</sup>**

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** Posterior pabellón A **CALICATA:** C-2 **MUESTRA:** M-1 **PDF (M):** 0.00 - 1.40  
 Lugar de muestreo: Institucion Educativa Secundaria "Chongoyape" **FECHA DEL ENSAYO:** 1/10/2022

Tamaño Maximo Nominal (TMN) 1/2 in. Método: "A"

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Massa del suelo húmedo + Capsula (g)	372.0	
Massa del suelo seco + Capsula (g)	449.3	
Massa de Capsula (g)	72.6	
Massa de agua (g)	123.3	
Massa de suelo seco (g)	376.7	
Contenido de agua (%)	32.7 %	
Promedio del contenido de agua (%)	32.7 %	

Massa Seca Constante:

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 32.7 %**

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.
- Se Uso la Muestra completa.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.  
 JORGE ARBAL TOMASPASCA PANTA  
 TECNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

Revisado y Aprobado por: Arbal Tomaspasca P.



INFORME DE ENSAYO

TESIS: \*APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL\*

TESTISTA: Bach. Vega Bravo Grecia Catalyn  
ORCID: 0000-0002-3730-1040

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: viernes, 30 de Setiembre de 2022

FECHA EMISIÓN: martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D6913/D6913M-17

Método de prueba estándar para

Distribución de partícula (gradación) de suelos mediante análisis por tamizado<sup>1</sup>

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior población A

CALICATA: C-3

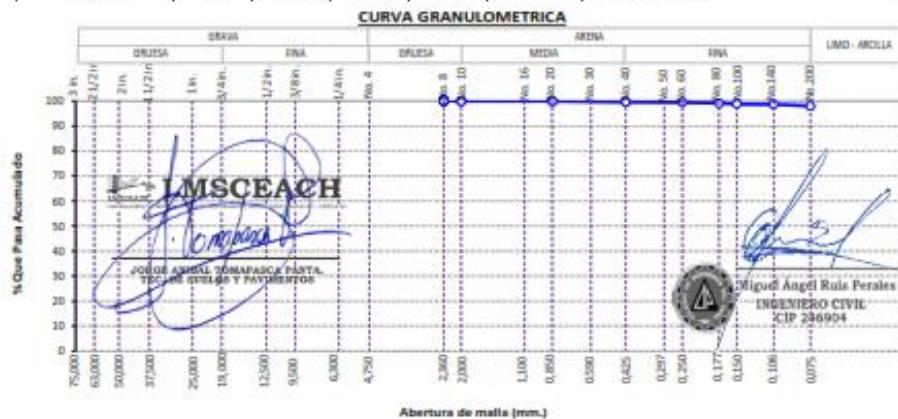
MUESTRA: M-3

PROF. (M): 1.40 - 2.00

Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape"

FECHA DEL ENSAYO: 30/09/2022

TAMICES	MASA RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(pulg.)	(mm.)					
3 in.	75.000					Método : "A" Procesamiento : Húmedo
2 1/2 in.	63.000					MASA TOTAL SECO (g) : < 3 in. : 1,736.3
2 in.	50.000					MASA DE FRACCIÓN FINA SECA (g) : 236.0
1 1/2 in.	37.500					Tamaño Máximo (T.M.) : No. 8
1 in.	25.000					Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.) : No.10
3/4 in.	18.000					PORCENTAJE DE GRAVA :
1/2 in.	12.500					PORCENTAJE DE ARENA :
3/8 in.	9.500					PORCENTAJE DE FINOS : 98.0 %
1/4 in.	6.300					D <sub>10</sub> : 0.00 mm.
No. 4	4.750					D <sub>30</sub> : 0.00 mm.
No. 8	2.360			100.0		D <sub>60</sub> : 0.00 mm.
No.10	2.000	0.04	0.0	100.0		C <sub>u</sub> : #####
No.20	0.850					C <sub>c</sub> : 0.0
No.20	0.850	0.17	0.1	99.9		LÍMITE LÍQUIDO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 79 %
No.30	0.590					LÍMITE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 35 %
No.40	0.425	0.61	0.3	99.7		ÍNDICE PLASTICIDAD (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 44 %
No.60	0.250					CONT. HUM. NATURAL (ASTM D2234-20) : 19.0 %
No.80	0.177	0.88	0.4	99.2		CLASIFICACIÓN DE SUELOS
No.100	0.150	0.93	0.7	99.3		ASHTO (ASTM D1582) : A-7.5(13)
No.140	0.106	0.70	0.3	99.3		Método : CH
No.200	0.075	1.23	0.3	98.0		SUCS (ASTM D 2487-17)
FONDO	231.3	98.0	100.0	0.0		Análisis de alta plasticidad



OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizada a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomaspica P.





INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22- 0011

Pág.: 01 de 01

**TEMA:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**TESISTA:** Sach. Vega Bravo Grecco Carolyn  
 DICCIO: 0000-0000-5756-3040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D4318 - 17<sup>1</sup>

**Métodos de prueba estándar para el límite de líquido, el límite de plástico y el índice de plasticidad de los suelos**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

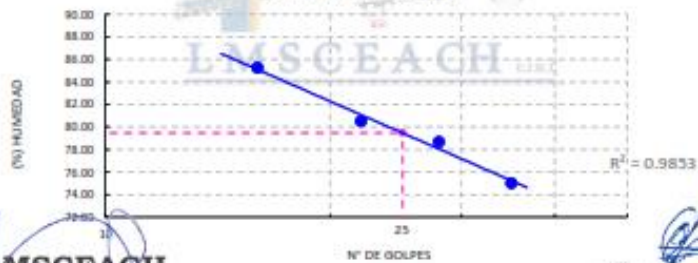
IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALICATA: C-2 MUESTRA: M-2 PROF. (M): 1.40 - 2.00  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 2/10/2022

Datos de la Muestra Recibida.

Humedad de Recepción (%): 19 Tamaño Mál. de Partícula: No. 8 Ref. En Tamiz No. 40 (%): 0.5  
**Preparación del Espécimen:** Húmeda Meclado en Cápsula y Partículas de Arena Removidas **Agu de Mezcla:** Destilada  
**Límite Plástico:** Rolado Manual **Límite Líquido:** Equipo Manual **Ranurador Casagrande /ASTM:** Plástico

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO Método: "A"			LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
	A-13	A-11	A-12	T-15	T-9	
Número de cápsula						
Número de golpes	35	26	22	---	---	
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	48.45	50.49	48.67	23.17	20.52	
Masa de cápsula + suelo seco (g)	45.52	44.99	45.71	21.95	18.88	
Masa del Agua (g)	5.13	5.50	4.96	1.82	1.64	
Masa de la cápsula (g)	36.48	38.00	37.55	18.07	14.10	
Masa del suelo seco (g)	6.84	6.99	6.16	5.28	4.58	
Porcentaje de humedad (%)	75.00	78.88	80.52	34.47	35.81	35.14

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS  
 JOSUE ARNAL TOMAPASCA BARRA  
 TECNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (LL) =	79 %
LÍMITE PLÁSTICO (LP) =	35 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	44 %

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestreo e identificación realizado por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.  
 - Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIFUNTO".

Revisado y Aprobado por: Aribal Tomapasca P.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág: 01 de 01

**TEMAS:** \*APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL\*  
**TESTISTA:** Bach. Vega Bravo Greycy Carolyn  
 ORCID: 0000-0002-5730-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D2216 - 19

**Métodos de prueba estándar para la Determinación en Laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo y la roca en masa<sup>1</sup>**

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALICATA: C-2 MUESTRA: M-2 PROF (M): 1.40 - 2.00  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 1/10/2022

Tamaño Máximo Nominal (TMN) No. 8 Método: "A"

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Masa del suelo húmedo + Capsula (g)	437.3	
Masa del suelo seco + Capsula (g)	380.0	
Masa de Capsula (g)	76.9	
Masa de agua (g)	57.5	
Masa de suelo seco (g)	303.1	
Contenido de agua (%)	19.0 %	
Promedio del contenido de agua (%)	19.0 %	

Masa Seca Constante:

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 19.0 %**

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.
- Se Usó la Muestra completa.

**LMSCEACH**  
 JOBAEL ASMAEL TOMAPACA PANTA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomaspaca P.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Fig.: 02 de 02

TEMA: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL.  
 TESTA: Bach. Vega Bravo Grisela Carolyn  
 ORCID: 0000-0002-3736-1040  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 30 de Setiembre de 2022  
 FECHA EMISIÓN: martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D6913/D6913M-17

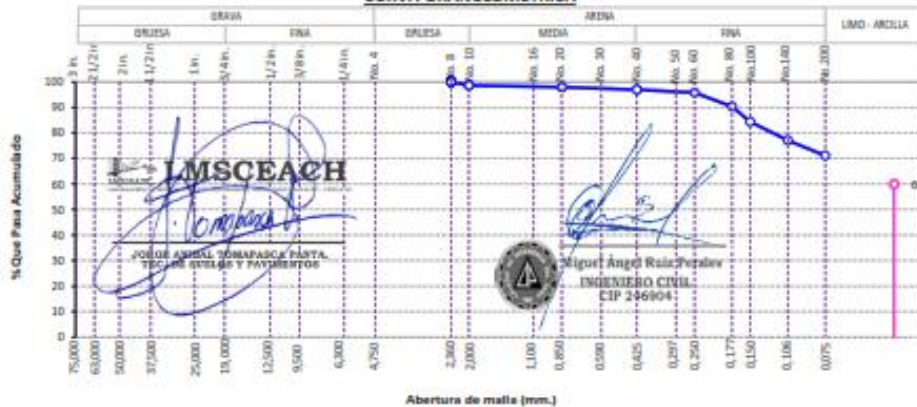
Método de prueba estándar para  
 Distribución de partícula (gradación) de suelos mediante análisis por tamizado<sup>1</sup>

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALCATA: C-3 MUESTRA: M-3 PROF (M): 3.00 - 3.00  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chengoyapa" FECHA DEL ENSAYO: 30/09/2022

TAMICES		MASA RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(in.)	(mm.)						
3 in.	75.000						Método: "A" Procesamiento: Húmedo
2 1/2 in.	63.000						MASA TOTAL SECO (g) : 289.0
2 in.	50.000						
1 1/2 in.	37.500						
1 in.	25.000						Tamaño Máximo (T.M.) : No. 8
3/4 in.	19.000						Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.) : No.10
1/2 in.	12.500						PORCENTAJE DE GRAVA :
3/8 in.	9.500						PORCENTAJE DE ARENA :
1/4 in.	6.300						PORCENTAJE DE FINOS : 71.1 %
No. 4	4.750						D <sub>10</sub> : 0.04 mm.
No. 8	2.360				100.0		D <sub>30</sub> : 0.01 mm.
No. 10	2.000	4	1.4	1.4	98.6		D <sub>60</sub> : 0.00 mm.
No. 20	0.850	2	0.7	2.1	97.9		C <sub>u</sub> : 17.3
No. 30	0.590						C <sub>c</sub> : 0.6
No. 40	0.425	3	1.0	3.1	96.9		LÍMITE LÍQUIDO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 34 %
No. 50	0.297						LÍMITE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 20 %
No. 60	0.250	5	1.0	4.2	95.8		ÍNDICE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 14 %
No. 80	0.177	18	3.5	7.7	90.3		CONT. HUM. NATURAL (ASTM D2236-18) : 13.0 %
No. 100	0.150	17	3.9	11.6	84.4		CLASIFICACIÓN DE SUELOS
No. 140	0.106	21	7.5	22.8	77.2		AASHTO (ASTM D3282) : A-6(9)
No. 200	0.075	18	6.1	28.9	71.1		Método : 1
FONDO		205	71.1	100.0	0.0		SUCS (ASTM D 2487-17) : CL
							Análisis de baja plasticidad con arena

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizada a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.

Revisado y Aprobado por: Anibal Tompaica P.



INFORME DE ENSAYO

**TEMA:** APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL  
**TESISTA:** Sach. Vega Bravo Greysa Carolyn  
 ORCID: 0000-0003-3736-0040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAREQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D4318 - 17<sup>1</sup>

**Métodos de prueba estándar para el límite de líquido, el límite de plástico y el índice de plasticidad de los suelos**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALICATA: C-2 MUESTRA: M-3 PROF (M): 2.00 - 5.00  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 1/10/2022

Datos de la Muestra Recibida.

Humedad de Recepción (%): 13 Tamaño Máx. de Partícula: No. 8 Ref. En Tamiz No. 40 (%): 3.1  
 Preparación del Espécimen: Muestra Meclado en Cápsula y Partículas de Arena Removidas Agua de Mezcla: Destilada  
 Límite Plástico: Rolado Manual Límite Líquido: Equipo Manual Ranurador Casagrande /ASTM Plástico

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO Método: "A"			LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
	A-04	A-08	A-10	T-1	T-2	
Número de cápsula	A-04	A-08	A-10	T-1	T-2	
Número de golpes	35	27	20	---	---	
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	43.06	44.27	40.78	36.76	35.13	
Masa de cápsula + suelo seco (g)	35.17	35.31	36.74	33.47	33.87	
Masa del Agua (g)	7.89	8.76	10.04	1.29	1.26	
Masa de la cápsula (g)	6.66	6.34	6.28	6.03	7.73	
Masa del suelo seco (g)	28.51	28.97	27.56	6.44	6.14	
Porcentaje de humedad (%)	28.76	32.48	36.43	20.03	20.52	30.28

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**LMSCEACH**  
 JORGE ANIBAL TOMASPAC PARRA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (LL) =	34 %
LÍMITE PLÁSTICO (LP) =	20 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	14 %

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Ensayo efectuado al material pasando la malla N° 40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomaspac P.





INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág. 01 de 01

**TEMA:** APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL  
**TESTISTA:** Bach. Vega Bravo Greicy Carolyn  
 ORCID: 0000-0002-5736-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D2216 - 19

**Métodos de prueba estándar para la Determinación en Laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo y la roca en masa<sup>1</sup>**

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón A CALICATA: C-2 MUESTRA: M-3 PRDF (M): 2.00 - 3.00  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 1/10/2022

Tamaño Máximo Nominal (TMN) No. 2 Método: "A"

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Massa del suelo húmedo + Capsula (g)	457.3	
Massa del suelo seco + Capsula (g)	412.7	
Massa de Capsula (g)	67.3	
Massa de agua (g)	44.8	
Massa de suelo seco (g)	345.2	
Contenido de agua (%)	13.0 %	
Promedio del contenido de agua (%)	13.0 %	

Massa seca Constante:

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 13.0 %**

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizada a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.
- Se Usó la Muestra completa.

**LMSCEACH**  
 JOSÉ ABEL DONADUCK PARRA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

Revisado y Aprobado por: Anibal Tommasca P.



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM - D3080

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
 Testista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
 Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
 Ubicación : DSTRD. CHONGOYAPE, PROV. DE CHICLAYO, REG. LAMBAYEQUE.  
 Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calicata : C - 02  
 Muestra : M - 2  
 Profundidad : 1.50

SUCS: CH  
 Estado: INALTERADA

Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		1 Kg/cm2		2 Kg/cm2		4 Kg/cm2	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)		2.08	2.05	2.00	1.96	1.99	1.81
Diámetro (cm)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Humedad (%)		19	19.23	19.42	18.95	15.53	19.63
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )		1.66	1.70	1.66	1.77	1.69	1.85

1Kg/cm2			2Kg/cm2			4Kg/cm2		
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.09	0.09	0.05	0.37	0.19	0.05	0.89	0.22
0.10	0.12	0.12	0.10	0.43	0.22	0.10	1.01	0.25
0.20	0.18	0.18	0.20	0.50	0.25	0.20	1.22	0.31
0.35	0.23	0.23	0.35	0.59	0.30	0.35	1.28	0.32
0.50	0.28	0.28	0.50	0.66	0.33	0.50	1.33	0.33
0.75	0.32	0.32	0.75	0.73	0.37	0.75	1.40	0.35
1.00	0.35	0.35	1.00	0.77	0.39	1.00	1.46	0.37
1.25	0.38	0.38	1.25	0.80	0.40	1.25	1.50	0.38
1.50	0.39	0.39	1.50	0.82	0.41	1.50	1.52	0.38
1.75	0.41	0.41	1.75	0.83	0.42	1.75	1.53	0.38
2.00	0.42	0.42	2.00	0.84	0.42	2.00	1.54	0.39
2.50	0.45	0.45	2.50	0.86	0.43	2.50	1.54	0.39
3.00	0.46	0.46	3.00	0.86	0.43	3.00	1.54	0.39
3.50	0.48	0.48	3.50	0.85	0.43	3.50	1.53	0.38
4.00	0.49	0.49	4.00	0.85	0.43	4.00	1.53	0.38
4.50	0.49	0.49	4.50	0.84	0.42	4.50	1.52	0.38
5.00	0.50	0.50	5.00	0.84	0.42	5.00	1.52	0.38
6.00	0.52	0.52	6.00	0.82	0.41	6.00	1.51	0.38
7.00	0.52	0.52	7.00	0.81	0.41	7.00	1.50	0.38
8.00	0.52	0.52	8.00	0.80	0.40	8.00	1.49	0.37
9.00	0.52	0.52	9.00	0.79	0.40	9.00	1.49	0.37
10.00	0.52	0.52	10.00	0.79	0.40	10.00	1.49	0.37
11.00	0.52	0.52	11.00	0.78	0.39	11.00	1.49	0.37
12.00	0.52	0.52	12.00	0.78	0.39	12.00	1.49	0.37

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO,  
 EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

  
 Mtro. Angel Rola Pando  
 INGENIERO CIVIL  
 - IP 46964



# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

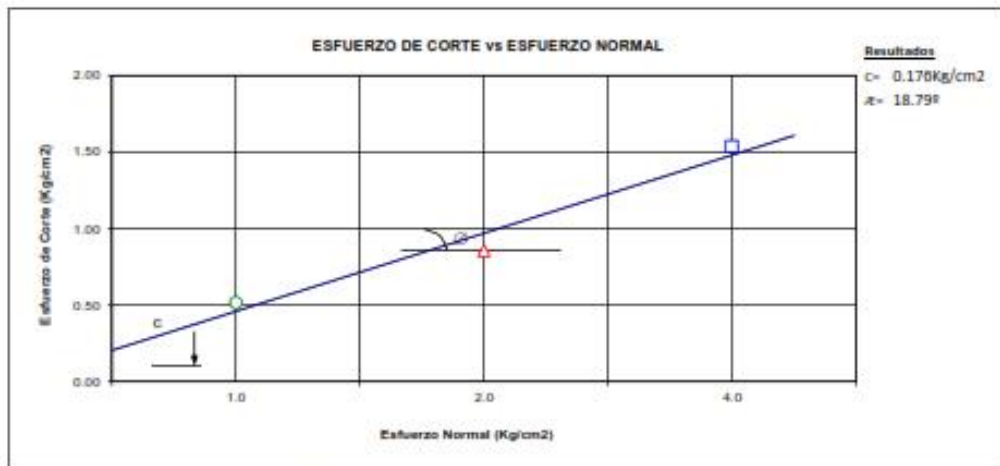
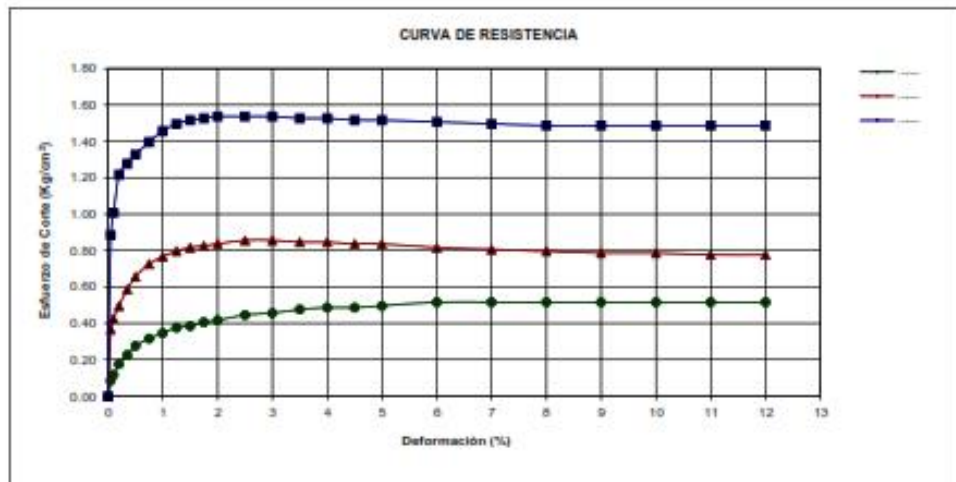
LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D3080

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
 Testista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
 Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
 Ubicación : DISTR. CHONGUYAPE, PROV. DE CHICLAYO, REG. LAMBAYEQUE.  
 Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calicata : C - 02  
 Muestra : M - 2  
 Profundidad : 1.50

SUCS: CH  
 Estado: INALTERADA



LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

Miguel Angel Ruiz Pineda  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 246434



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
Tesisista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
ORCID: 0000-0002-3736-1040  
Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA  
INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
Ubicación : Dist. de Chongoyape, Prov. de Chiclayo, Reg. de Lambayeque.  
Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calicata : C - 02 SUCS: CH  
Muestra : M - 02 Estado: INALTERADA  
Profundidad : 1.50

**CIMENTACION CONTINUA**

**CAPACIDAD PORTANTE**

**(FALLA LOCAL)**

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

$q_d$  = Capacidad de Carga limite en  $Tm/m^2$

C = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$

Y = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$

$D_f$  = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

$N'_c$ ,  $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico

**DATOS:**

$\phi$ =	19.23°
C =	0.18
Y =	1.00
$D_f$ =	1.50
B =	1.00
$N_c$ =	11.47
$N_q$ =	3.07
$N_y$ =	1.02

$$q_d = 23.44 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.34 \text{ Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

**PRESION ADMISIBLE**

$$q_a = 0.78 \text{ Kg/cm}^2$$

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
I.P. 24694





**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
 Tesista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
 ORCID: 0000-0002-3736-1040  
 Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA  
 INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
 Ubicación : Dist. de Chongoyape, Prov. de Chiclayo, Reg. de Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calicata : C - 02 SUCS: CH  
 Muestra : M - 02 Estado: INALTERADA  
 Profundidad : 1.50

**CIMENTACION AISLADA**

**CAPACIDAD PORTANTE**

**(FALLA LOCAL)**

$$q_d = 1.3(2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.4 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

- $q_d$  = Capacidad de Carga limite en  $Tm/m^2$
- C = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$
- Y = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$
- Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
- B = Ancho de la zapata, en metros
- $N'_c$   $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico

**DATOS:**

$\phi$ =	19.23 °
C =	0.18
Y =	1.66
Df =	1.50
B =	1.00
$N_c$ =	11.47
$N_q$ =	3.07
$N_y$ =	1.02

$$q_d = 27.31 \text{ Tm/m}^2$$

$$q_d = 2.73 \text{ Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

**PRESION ADMISIBLE**

$$q_a = 0.91 \text{ Kg/cm}^2$$





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

### LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
Solicitante : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
: ORCID: 0000-0002-3736-1040  
Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA  
MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
Ubicación : DISTR. CHONGUYAPE, PROV. DE CHICLAYO, REG. LAMBAYEQUE.  
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en  
suelo y agua subterránea.  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<i>Calicata</i>	: C - 01		
<i>Muestra</i>	: M - 2		
<i>Profundidad</i>	: 1.40 - 2.00 m.		
Constituyentes de sales solubles totales		ppm	39.37
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco		%	0.00

#### Observaciones:

- Los responsables del laboratorio de mecánica de suelos no han intercedido en la exploración y muestreo del material, solo se han condicionado a realizar los ensayos indicados a las muestras, por tanto, sólo se hacen responsables por los resultados alcanzados de dicho material.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.



INFORME DE ENSAYO

TESTS: \*APLICACION DE LA METODOLOGIA BIM EN UN DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANALISIS LINEAL Y NO LINEAL\*

TESTISTA: Bach. Vega Bravo Grecia Carolyne  
 ONICID: 0000-0002-5750-1040

UBICACION: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCION: viernes, 30 de Setiembre de 2022

FECHA EMISION: martes, 23 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D6913/D6913M-17

Método de prueba estándar para

Distribución de partícula (gradación) de suelos mediante análisis por tamizado <sup>1</sup>

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACION: Posterior pabellón C

CALICATA: C-3

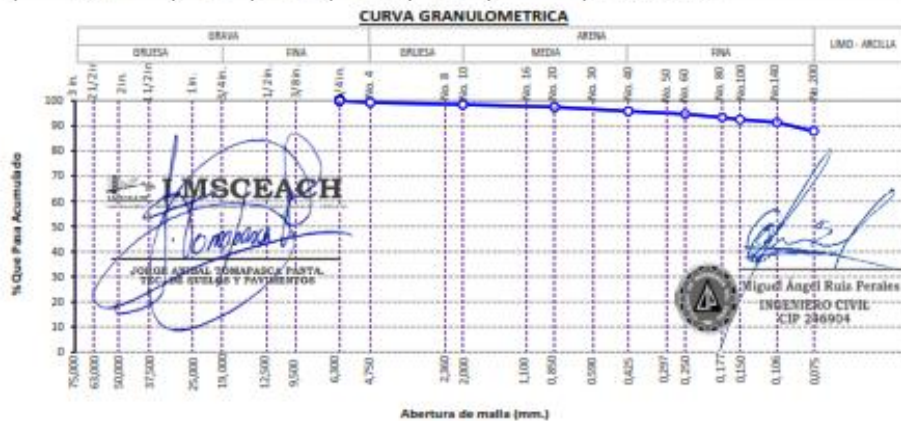
MUESTRA: M-1

PROF (M): 0.00 - 1.45

Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape"

FECHA DEL ENSAYO: 30/09/2022

TAMICES		MASA RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(pulg.)	(mm.)						
3 in.	75.000						Método : "A" Procesamiento : Húmedo
2 1/2 in.	63.000						MASA TOTAL SECO (g) < 3 in. : 551.6
2 in.	50.000						MASA TOTAL SECO (g) < 5/8 in. : 163.1
1 1/2 in.	37.500						MASA DE FRACCION FINA SECA (g) : 161.0
1 in.	25.000						Tamaño Máximo (T.M.) : 1/4 in.
3/4 in.	18.000						Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.) : No. 4
1/2 in.	12.500						PORCENTAJE DE GRAVA : 0.8 %
3/8 in.	9.500						PORCENTAJE DE ARENA : 11.4 %
1/4 in.	6.300				100.0		PORCENTAJE DE FINOS : 87.8 %
No. 4	4.750	1.5	0.8	0.8	99.2		D <sub>15</sub> : 0.00 mm.
No. 8	2.500						D <sub>30</sub> : 0.00 mm.
No. 10	2.000	1.20	0.7	1.5	98.5		D <sub>45</sub> : 0.00 mm.
No. 16	1.100						D <sub>60</sub> : 150.4
No. 20	0.850	1.70	1.0	2.6	97.4		C <sub>c</sub> : 0.4
No. 30	0.590						LÍMITE LÍQUIDO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 17 %
No. 40	0.425	2.70	1.7	4.3	95.7		LÍMITE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 17 %
No. 50	0.297						ÍNDICE PLASTICIDAD (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 20 %
No. 60	0.250	1.80	1.1	5.4	94.6		CONT. HUM. NATURAL (ASTM D2235-19) : 29.0 %
No. 80	0.177	2.30	1.5	6.7	93.3		CLASIFICACION DE SUELOS
No. 100	0.150	1.30	0.9	7.6	92.4		AASHTO (ASTM D5282) : A-6(17)
No. 140	0.106	1.90	1.2	8.8	91.2		Método
No. 200	0.075	5.60	3.5	12.2	87.8		LIQCS (ASTM D 2487-17) : CL
FONDO		142.5	87.8	100.0	0.0		Análisis de baja plasticidad



OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomapaca P.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág. 01 de 03

**TEMA:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**TESISTA:** Bach. Vega Bravo Dorelyn Carolyn  
 DRCID: 0000-0000-3736-3040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D4318 - 17<sup>21</sup>

**Métodos de prueba estándar para el límite de líquido, el límite de plástico y el índice de plasticidad de los suelos**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior papeles C CALICATA: C-3 MUESTRA: M-1 PROF. (M): 0.00 - 1.45  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 2/10/2022

Datos de la Muestra Recibida.

Humedad de Recepción (%): 29 Tamaño Máx. de Partícula: 1/4 in. Rel. En Tamiz No. 40 (%): 4.3  
 Preparación del Espécimen: Húmeda Meclado en Cápsula y Partículas de Arena Removidas Agua de Mezcla: Destilada  
 Límite Plástico: Rolado Manual Límite Líquido: Equipo Manual Ranurador Casagrande /ASTM Plástico

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO Método: "A"				LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
	A-01	A-02	A-07	A-30	T-22	T-24	
Número de cápsula							
Número de golpes	54	29	24	18	—	—	
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	22.51	22.85	22.87	23.18	26.71	15.14	
Masa de cápsula + suelo seco (g)	18.90	19.05	18.98	19.20	15.67	14.12	
Masa del Agua (g)	3.61	3.80	3.89	3.98	1.04	1.02	
Masa de la cápsula (g)	8.74	8.00	8.50	8.95	9.42	8.06	
Masa del suelo seco (g)	10.16	10.39	10.42	10.25	6.25	6.06	
Porcentaje de humedad (%)	15.51	16.53	17.53	18.83	16.64	16.83	16.74

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**LMSCEACH**  
 JOSE ANIBAL YOMAPASCA PARETA  
 TECNICO EN SUELOS Y FUNDACIONES

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (LL) =	37 %
LÍMITE PLÁSTICO (LP) =	17 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	20 %

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Ensayo efectuado al material pasarle la malla N° 40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomapasca P.





INFORME DE ENSAYO

**TEMA:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANALISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**TEMATA:** Bach. Vega Bravo Greysy Carolyn  
 ORCID: 0000-0002-5750-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCION:** viernes, 30 de Septiembre de 2022 **FECHA EMISION:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D2216 - 19

**Métodos de prueba estándar para la Determinación en Laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo y la roca en masa<sup>1</sup>**

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** Posterior pabellón C **CALICATA:** C-3 **MUESTRA:** M-1 **PDF (M):** 0.00 - 1.43  
**Lugar de muestreo:** Institucion Educativa Secundaria "Chongoyape" **FECHA DEL ENSAYO:** 1/10/2022

Tamaño Máximo Nominal (TMN) 1/4 in. Método: "A"

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Massa del suelo húmedo + Capsula (g)	378.3	
Massa del suelo seco + Capsula (g)	465.8	
Massa de Capsula (g)	78.2	
Massa de agua (g)	112.5	
Massa de suelo seco (g)	387.0	
Contenido de agua (%)	29.0 %	
Promedio del contenido de agua (%)	29.0 %	

Massa Seca Constante:

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 29.0 %**

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.
- Se Usó la Muestra completa.

**LMSCEACH**  
 JOSE ARBAL TOMASPASCA PANTA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

Revisado y Aprobado por: Arbal Tomaspasca P.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág. 01 de 01

TEMA: "APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA BIM EN UN DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
 TESTEA: Bach. Vega Bravo Doreya Carolyn  
 ONCID: 0000-0002-3736-1040  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: viernes, 30 de Setiembre de 2022 FECHA EMISIÓN: martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D6913/D6913M-17

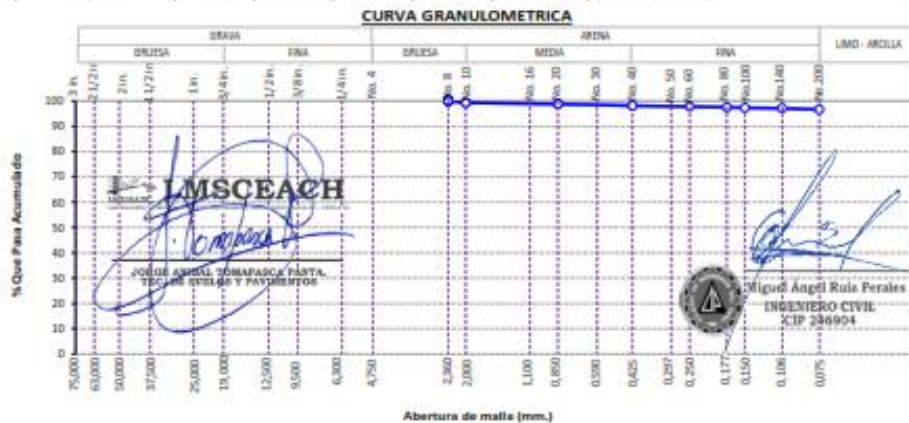
Método de prueba estándar para

Distribución de partícula (gradación) de suelos mediante análisis por tamizado<sup>1</sup>

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior pebón C CALICATA: C-3 MUESTRA: M-2 PROF (M): 1.45 - 2.10  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 30/09/2022

TAMICES		MASA RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(pulg.)	(mm.)						
3 in.	75.000						Método: "A" Procesamiento: Húmedo
2 1/2 in.	63.000						MASA TOTAL SECO (g) + 3 in. : 1.692.2
2 in.	50.000						
1 1/2 in.	37.500						MASA DE FRACCIÓN FINA SECA (g) : 230.4
1 in.	25.000						Tamaño Máximo (T.M.) : No. 8
3/4 in.	18.000						Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.) : No.10
1/2 in.	12.500						PORCENTAJE DE GRAVA : :
3/8 in.	9.500						PORCENTAJE DE ARENA : :
1/4 in.	6.300						PORCENTAJE DE FINOS : 96.5 %
No. 4	4.750						D <sub>10</sub> : 0.00 mm.
No. 8	2.360				100.0		D <sub>30</sub> : 0.00 mm.
No. 10	2.000	1.89	0.7	0.7	99.3		D <sub>60</sub> : 0.00 mm.
No. 18	1.100						Cu : #####
No. 20	0.850	1.31	0.5	1.3	98.7		Cc : 0.0
No. 30	0.590						LÍMITE LÍQUIDO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 78 %
No. 40	0.425	1.44	0.6	1.8	98.2		LÍMITE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 36 %
No. 50	0.297						ÍNDICE PLÁSTICO (D4318 - 17 <sup>th</sup> ) : 42 %
No. 60	0.250	0.91	0.4	2.2	97.8		CONT. HUM. NATURAL (ASTM D2236-20) : 7.6 %
No. 80	0.177	0.88	0.3	2.5	97.5		CLASIFICACION DE SUELOS
No. 100	0.150	0.42	0.2	2.7	97.3		AASHTO (ASTM D3282) : A-7-3(9)
No. 140	0.106	0.66	0.3	3.0	97.0		Método
No. 200	0.075	1.23	0.5	3.5	96.5		SUCS (ASTM D 2487-17) : MH
FONDO		241.7	96.5	200.0	0.0		Limo de alta plasticidad



OBSERVACIONES:  
 - Muestreo e identificación realizado por el solicitante.  
 - Excavación realizado a cielo abierto.  
 - Las muestras se realizó tal como se recibió.

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomaspasa P.



INFORME DE ENSAYO

**TESIS:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**TESISTA:** Bach. Vega Bravo Orecya Carolyn  
 DRCID: 0000-0000-5736-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 23 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D4318 - 17<sup>1</sup>

**Métodos de prueba estándar para el límite de líquido, el límite de plástico y el índice de plasticidad de los suelos**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

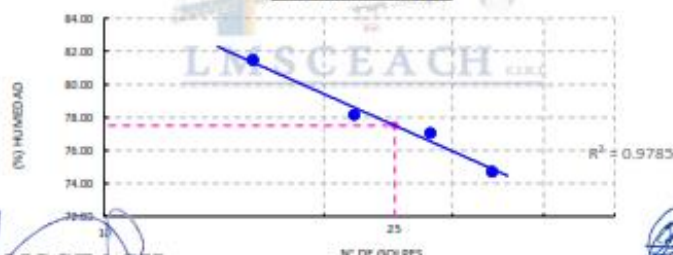
IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón C CALICATA: C-3 MUESTRA: M-2 PROF. (M): 1.45 - 2.10  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 2/10/2022

Datos de la Muestra Recibida.

Humedad de Recepción (%): 7.8 Tamaño Máx. de Partícula: No. 8 Ref. En Tamiz No. 40 (%): 1.8  
**Preparación del Especimen:** Humedad Meclado en Cápsula y Partículas de Arena Removidas **Agua de Mezcla:** Destilada  
**Límite Plástico:** Bolado Manual **Límite Líquido:** Equipo Manual **Ranurador Casagrande /ASTM:** Plástico

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO Método: "A"				LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
	A-17	A-02	A-01	A-04	T-17	T-8	
Número de cápsula	54	26	22	18	---	---	
Número de golpes	54	26	22	18	---	---	
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	44.88	45.35	43.73	46.56	24.70	22.35	
Masa de cápsula + suelo seco (g)	39.65	40.08	40.27	40.21	22.61	20.17	
Masa del Agua (g)	5.21	5.27	5.46	6.35	2.10	2.18	
Masa de la cápsula (g)	32.67	35.24	35.29	32.42	16.49	14.10	
Masa del suelo seco (g)	6.97	6.84	6.98	7.79	6.12	6.07	
Porcentaje de humedad (%)	74.70	77.05	78.15	82.45	35.13	35.91	35.32

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS  
 JORGE ANGEL TOMAPASCA PARRA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y FUNDACIONES

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (LL) =	78 %
LÍMITE PLÁSTICO (LP) =	36 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	42 %

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Ensayo efectuado al material pasando la malla N° 40.
- Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomapasca P.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág.: 01 de 01

**TEMA:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**TEMATA:** Bach. Vega Bravo Greya Carolyn  
 ORCID: 0000-0002-5730-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCION:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISION:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D2216 - 19

**Métodos de prueba estándar para la Determinación en Laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo y la roca en masa<sup>1</sup>**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

**IDENTIFICACION:** Posterior pabellón C **CALICATA:** C-3 **MUESTRA:** M-2 **PROF.(M):** 1.45 - 2.10  
**Lugar de muestreo:** Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" **FECHA DEL ENSAYO:** 1/10/2022

Tamaño Máximo Nominal (TMN) No. 8 Método: "A"

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Masa del suelo húmedo + Capsula (g)	575.0	
Masa del suelo seco + Capsula (g)	547.3	
Masa de Capsula (g)	182.0	
Masa de agua (g)	27.7	
Masa de suelo seco (g)	365.3	
Contenido de agua (%)	7.6 %	
Promedio del contenido de agua (%)	7.6 %	

Masa Seca Constante:

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 7.6 %**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.
- Se Uso la Muestra completa.

**LMSCEACH**  
 ANIBAL TOMASPACA P.  
 TECNICO SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomaspaca P.





INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág. 02 de 01

**TEMA:** APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL  
**TESISTA:** Bach. Vega Bravo Grecia Caralyn  
 OROCID: 0000-0002-5736-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D6913/D6913M-17

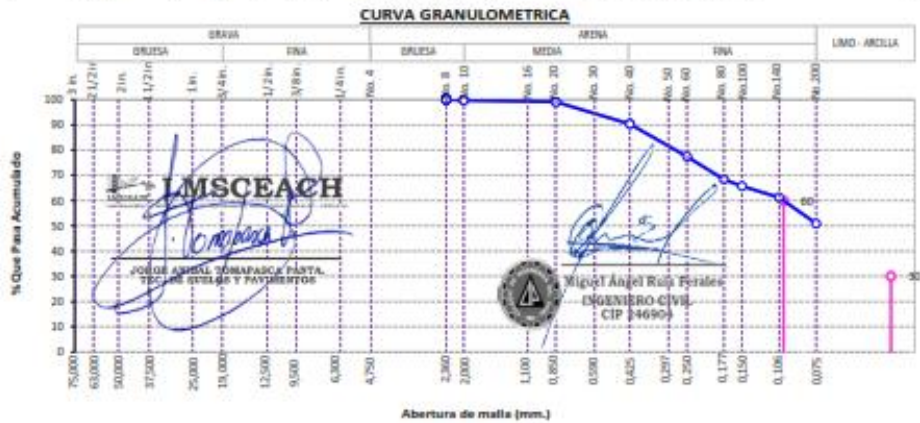
Método de prueba estándar para

Distribución de partícula (gradación) de suelos mediante análisis por tamizado<sup>1</sup>

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón C **CALICATA:** C-3 **MUESTRA:** M-3 **PROF (M):** 2.10 - 3.00  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" **FECHA DEL ENSAYO:** 30/09/2022

TAMICES (pulg.) (mm.)	MASA RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 in.	75.000					Método: "A" Procesamiento: Húmedo
2 1/2 in.	63.000					MASA TOTAL SECO (g) : 100.0
2 in.	50.000					
1 1/2 in.	37.500					
1 in.	25.000					Tamaño Máximo (T.M.) : No. 8
3/4 in.	18.000					Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.) : No. 10
1/2 in.	12.500					PORCENTAJE DE GRAVA : 0.0 %
3/8 in.	9.500					PORCENTAJE DE ARENA : 0.0 %
1/4 in.	6.500					PORCENTAJE DE FINOS : 50.0 %
No. 4	4.750					D <sub>15</sub> : 0.10 mm.
No. 8	2.500			100.0		D <sub>30</sub> : 0.04 mm.
No. 10	2.000	0.40	0.2	99.8		D <sub>60</sub> : 0.02 mm.
No. 20	1.100					Cu : 5.3
No. 20	0.850	1.50	0.8	99.0		Cc : 0.7
No. 30	0.590					LÍMITE LÍQUIDO (D4318 - 17) <sup>2</sup> : 30.0 %
No. 40	0.425	17.30	8.7	90.3		LÍMITE PLÁSTICO (D4318 - 17) <sup>2</sup> : 18.0 %
No. 50	0.297					ÍNDICE PLÁSTICIDAD (D4318 - 17) <sup>2</sup> : 12.0 %
No. 60	0.250	25.80	13.0	77.4		CONT. HUM. NATURAL (ASTM D2216-18) : 18.0 %
No. 80	0.177	17.90	9.0	88.4		CLASIFICACIÓN DE SUELOS
No. 100	0.150	5.40	2.7	94.4		AASHTO (ASTM D3282) : A-6(3)
No. 140	0.106	8.70	4.4	91.3		Mét. : CL
No. 200	0.075	20.80	10.4	89.1		SUCS (ASTM D 2487-17) : CL
FONDO		101.2	50.0	100.0		Arella gruesa de baja plasticidad



OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizada a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomaspaca P.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22- 0011

Pág.: 01 de 01

**TESIS:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**TESISTA:** Bach. Vega Bravo Grecia Carolyn  
 ORO: 0000-0000-5736-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAREQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Septiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D4318 - 17<sup>1</sup>

**Métodos de prueba estándar para el límite de líquido, el límite de plástico y el índice de plasticidad de los suelos**

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

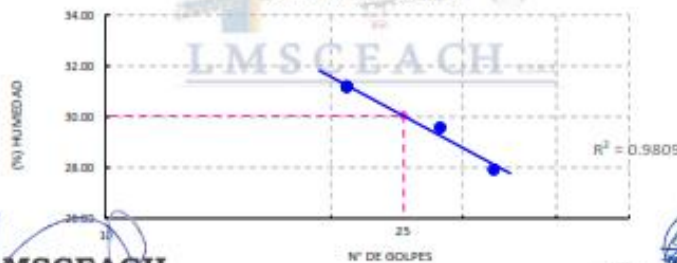
**IDENTIFICACIÓN:** Posterior pabellón C **CALICATA:** C-3 **MUESTRA:** M-3 **PROF. (M):** 1.10 - 3.00  
 Lugar de muestra: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" **FECHA DEL ENSAYO:** 2/10/2022

**Datos de la Muestra Recibida.**

**Humedad de Recepción (%):** 18.9 **Tamaño Máx. de Partícula: No. 8** **Rel. En Tarea No. 40 (%):** 0.7  
**Preparación del Especimen:** Húmeda **Mezclado en Cápsula y Partículas de Arena Removidas** **Agua de Mezcla:** Destilada  
**Límite Plástico:** Rolado Manual **Límite Líquido:** Equipo Manual **Ranurador Casagrande /ASTM:** Plástico

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO Método: "A"			LÍMITE PLÁSTICO		PROMEDIO
	A-21	A-24	A-20	T-3	T-1	
Número de golpes	35	26	21	---	---	
Masa de cápsula + suelo húmedo (g)	43.89	44.79	42.57	23.53	23.02	
Masa de cápsula + suelo seco (g)	39.42	40.12	38.57	22.41	22.74	
Masa del Agua (g)	4.47	4.67	4.00	1.12	1.18	
Masa de la cápsula (g)	23.43	24.32	25.74	15.87	16.42	
Masa del suelo seco (g)	16.01	15.80	13.83	6.54	6.32	
Porcentaje de humedad (%)	27.92	29.56	31.18	27.13	26.67	27.90

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



**LMSCEACH**  
 INSTITUCIÓN EDUCATIVA SECUNDARIA "CHONGOYAPE"  
 JORGE ANGEL TOMAPACA PERALES  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (LL) =	30 %
LÍMITE PLÁSTICO (LP) =	18 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP) =	12 %

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

**OBSERVACIONES:**  
 - Muestreo e identificación realizado por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al material pasando la malla N° 40.  
 - Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Revisado y Aprobado por: Anibal Tomapaca P.



INFORME DE ENSAYO

EXPEDIENTE N°: LMS-AR-22-0011

Pág. 01 de 01

**TESIS:** "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
**TESISTA:** Bach. Vega Bravo Gracely Carolyn  
 DRCID: 0000-0002-5736-1040  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** viernes, 30 de Setiembre de 2022 **FECHA EMISIÓN:** martes, 25 de Octubre de 2022

Designación: ASTM D2216 - 19

**Métodos de prueba estándar para la Determinación en Laboratorio del contenido de agua (Humedad) del suelo y la roca en masa<sup>1</sup>**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Posterior pabellón C CALICATA: C-3 MUESTRA: M-3 PROF. (M): 2.10 - 3.00  
 Lugar de muestreo: Institución Educativa Secundaria "Chongoyape" FECHA DEL ENSAYO: 1/10/2022

Tamaño Máximo Nominal (TMN) No. 8 Método: "A"

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Massa del suelo húmedo + Capsula (g)	743.1	
Massa del suelo seco + Capsula (g)	661.8	
Massa de Capsula (g)	382.1	
Massa de agua (g)	81.3	
Massa de suelo seco (g)	479.7	
Contenido de agua (%)	16.9 %	
Promedio del contenido de agua (%)	16.9 %	

Masa Seca Constante.  
**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 16.9 %**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Las muestras se realizó tal como se recibió.
- Se Uso la Muestra completa.



MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALTA  
 INGENIERO CIVIL  
 TECNICO SUELOS Y FUNDACIONES



Miguel Ángel Ruiz Peralta  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

Revisado y Aprobado por: Anibal Torresca F.



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM - D3080

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
 Testista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
 Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
 Ubicación : DSTRD. CHONGOYAPE, PROV. DE CHICLAYO, REG. LAMBAYEQUE.  
 Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calicata : C - 03  
 Muestra : M - 02 SUCS: MH  
 Profundidad : 1.50 Estado: INALTERADA

Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )		1 Kg/cm2		2 Kg/cm2		4 Kg/cm2	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura (cm)		2.08	2.05	2.00	1.96	1.99	1.81
Diámetro (cm)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Humedad (%)		7.6	7.83	8.02	7.55	4.13	8.23
Densidad Seca (gr/cm3)		1.75	1.78	1.75	1.87		1.96

1Kg/cm2			2Kg/cm2			4Kg/cm2		
Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.	Deformación (%)	Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.08	0.08	0.05	0.36	0.18	0.05	0.89	0.22
0.10	0.11	0.11	0.10	0.42	0.21	0.10	1.01	0.25
0.20	0.17	0.17	0.20	0.49	0.25	0.20	1.22	0.30
0.35	0.22	0.22	0.35	0.58	0.29	0.35	1.28	0.32
0.50	0.27	0.27	0.50	0.65	0.33	0.50	1.33	0.33
0.75	0.31	0.31	0.75	0.72	0.36	0.75	1.40	0.35
1.00	0.34	0.34	1.00	0.76	0.38	1.00	1.46	0.36
1.25	0.37	0.37	1.25	0.79	0.40	1.25	1.50	0.37
1.50	0.38	0.38	1.50	0.81	0.41	1.50	1.52	0.38
1.75	0.40	0.40	1.75	0.82	0.41	1.75	1.53	0.38
2.00	0.41	0.41	2.00	0.83	0.42	2.00	1.54	0.38
2.50	0.44	0.44	2.50	0.85	0.43	2.50	1.54	0.38
3.00	0.45	0.45	3.00	0.85	0.43	3.00	1.54	0.38
3.50	0.47	0.47	3.50	0.84	0.42	3.50	1.53	0.38
4.00	0.48	0.48	4.00	0.84	0.42	4.00	1.53	0.38
4.50	0.48	0.48	4.50	0.83	0.42	4.50	1.52	0.38
5.00	0.49	0.49	5.00	0.83	0.42	5.00	1.52	0.38
6.00	0.51	0.51	6.00	0.81	0.41	6.00	1.51	0.38
7.00	0.51	0.51	7.00	0.80	0.40	7.00	1.50	0.37
8.00	0.51	0.51	8.00	0.79	0.40	8.00	1.49	0.37
9.00	0.51	0.51	9.00	0.78	0.39	9.00	1.49	0.37
10.00	0.51	0.51	10.00	0.78	0.39	10.00	1.49	0.37
11.00	0.51	0.51	11.00	0.77	0.39	11.00	1.49	0.37
12.00	0.51	0.51	12.00	0.77	0.39	12.00	1.49	0.37

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.  
 LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

  
**Miguel Angel Rola Pando**  
 INGENIERO CIVIL  
 - IP 26504



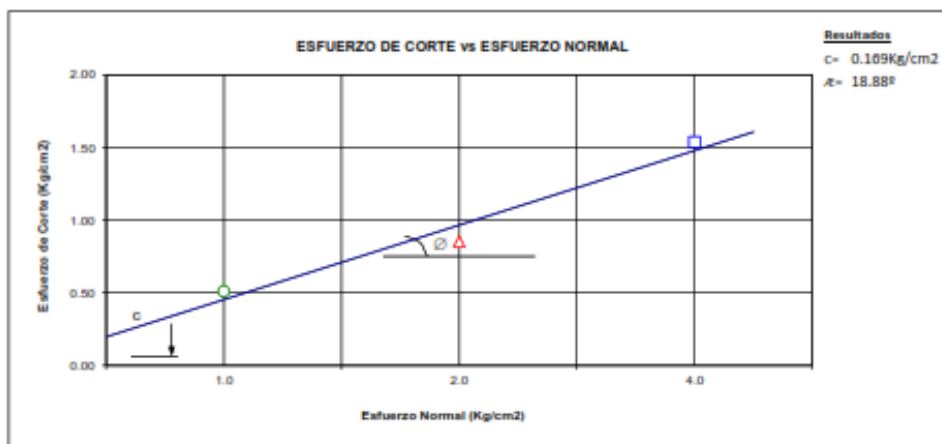
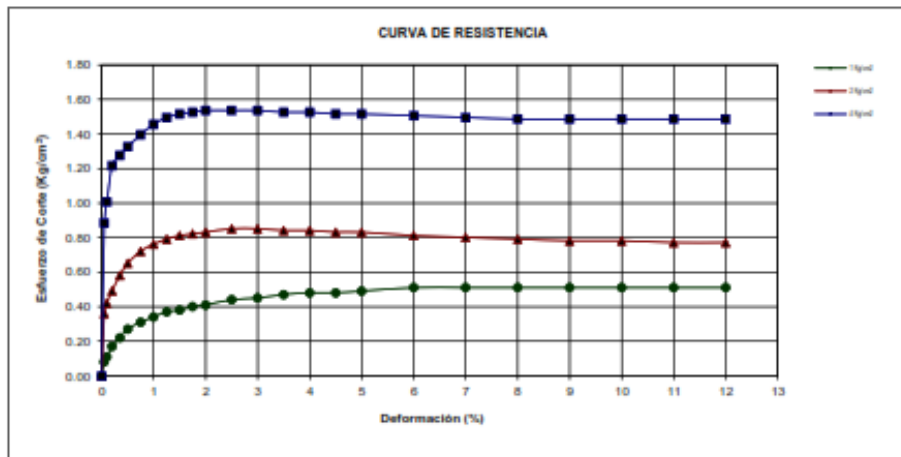
# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D3080

Expediente N° : 003 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
 Tesista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
 Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
 Ubicación : DSTRO. CHONGUYAPE, PROV. DE CHICLAYO, REG. LAMBAYEQUE.  
 Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calicata : C - 03  
 Muestra : M - 02  
 Profundidad : 1.50  
 SUCS: MH  
 Estado: INALTERADA



LMSCEACH  
 Ing. Greycya Vega Bravo  
 Ingeniera Civil

Miguel Ángel Ruiz Pineda  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 244703





LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y  
ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
Tesisista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
ORCID: 0000-0002-3736-1040  
Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA  
INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
Ubicación : Dist. de Chongoyape, Prov. de Chiclayo, Reg. de Lambayeque.  
Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calicata : C - 03 SUCS: MH  
Muestra : M - 02 Estado: INALTERADA  
Profundidad : 1.50

**CIMENTACION CONTINUA**

**CAPACIDAD PORTANTE  
(FALLA LOCAL)**

$$q_d = (2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

$q_d$  = Capacidad de Carga limite en  $Tm/m^2$

C = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$

Y = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$

Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros

B = Ancho de la zapata, en metros

$N'_c$ ,  $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico

**DATOS:**

$\phi$ =	18.88°
C =	0.17
Y =	1.75
Df =	1.50
B =	1.00
$N_c$ =	11.31
$N_q$ =	3.58
$N_y$ =	1.01

$$q_d = 23.01 Tm/m^2$$

$$q_d = 2.30 Kg/cm^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3)

**PRESION ADMISIBLE**

$$q_{ad} = 0.77 Kg/cm^2$$

  
Miguel Ángel Roldán Perales  
INGENIERO CIVIL  
N° 216704



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.**

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
 Tesista : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
 ORCID: 0000-0002-3736-1040  
 Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
 Ubicación : Dist. de Chongoyape, Prov. de Chiclayo, Reg. de Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Chiclayo, 30 de Setiembre del 2022

Calicata : C - 03    SUCS: MH  
 Muestra : M - 02    Estado: INALTERADA  
 Profundidad : 1.50

**CIMENTACION AISLADA**

**CAPACIDAD PORTANTE  
(FALLA LOCAL)**

$$q_d = 1.3(2/3)C \cdot N'_c + Y \cdot Z \cdot N'_q + 0.4 Y \cdot B \cdot N'_y$$

Donde:

- $q_d$  = Capacidad de Carga limite en  $Tm/m^2$
- C = Cohesión del suelo en  $Tm/m^2$
- Y = Peso volumétrico del suelo en  $Tm/m^3$
- Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros
- B = Ancho de la zapata, en metros
- $N'_c, N'_q, N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico

**DATOS:**

$\phi$ =	18.88 °
C =	0.17
Y =	1.73
Df =	1.50
B =	1.00
Nc =	11.31
Nq =	3.58
Ny =	1.01

$q_u$ =	26.66 $Tm/m^2$
---------	----------------

$q_d$ =	2.07 $Kg/cm^2$
---------	----------------

\* Factor de seguridad (FS=3)

**PRESION ADMISIBLE**

$q_a$ =	0.89 $Kg/cm^2$
---------	----------------





## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

### LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

Expediente N° : 053 - 2022 LEM LMSCEACH - CHICLAYO  
Solicitante : BACH. VEGA BRAVO GRECYA CAROLYN  
: ORCID: 0000-0002-3730-1040  
Proyecto : "APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL"  
Ubicación : DSTRO. CHONGOYAPE, PROV. DE CHICLAYO, REG. LAMBAYEQUE.  
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

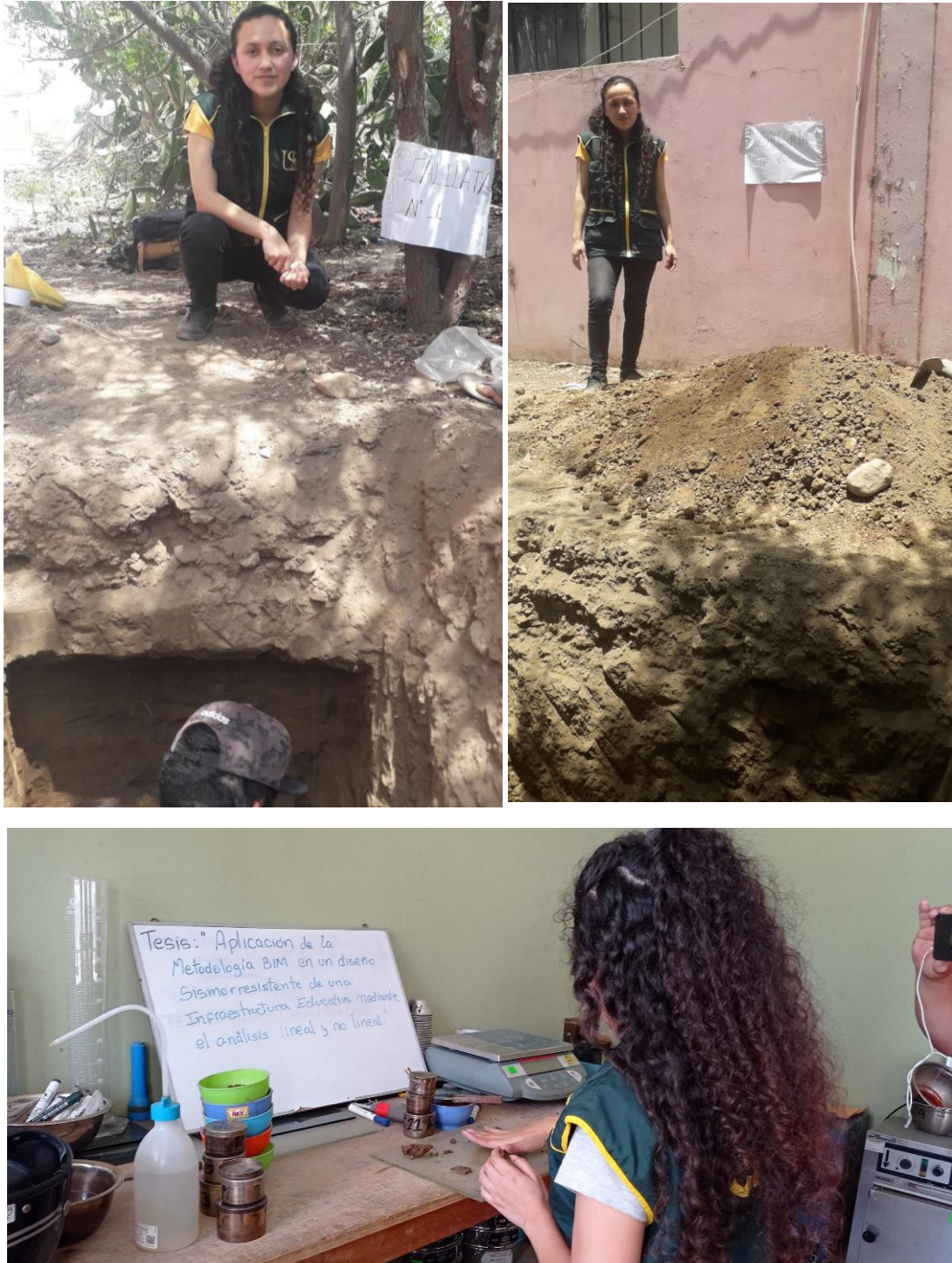
<u>Calicata</u>	: C - 03
<u>Muestra</u>	: M - 2
<u>Profundidad</u>	: 1.45 - 2.10 m.
Constituyentes de sales solubles totales	ppm 19.69
Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	% 0.00

#### Observaciones:

- Los responsables del laboratorio de mecánica de suelos no han intercedido en la exploración y muestreo del material, solo se han condicionado a realizar los ensayos indicados a las muestras, por tanto, sólo se hacen responsables por los resultados alcanzados de dicho material.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.




## Anexo 2.2: Panel Fotográfico





Tesis: Aplicación de la Metodología BIM en un diseño sismorresistente de una Infraestructura Educativa mediante el análisis lineal y no lineal.

### Anexo 3: Memorias de Cálculos de Diseño de los Elementos Estructurales



**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN**

FACULTAD DE INGENIERIA ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

---

**MEMORIA DE CALCULO: DISEÑO DE VIGA**

TESIS : APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL

TESISTA : Bach. Vega Bravo Greycy Carolyn

NORMA DE REFERENCIA : NTE-060

**DISEÑO DE VIGA V-1-P (0.25x0.55)**

**DISEÑO POR FLEXION**

**Datos Físicos de la viga**

\*  $f_c$  = 280 kg/cm<sup>2</sup>

\*  $f_y$  = 4200 kg/cm<sup>2</sup>

\* Ø var. Long. = 2.5 cm

\* Ø Estribo = 0.95 cm

\* Recubrimien. = 4 cm

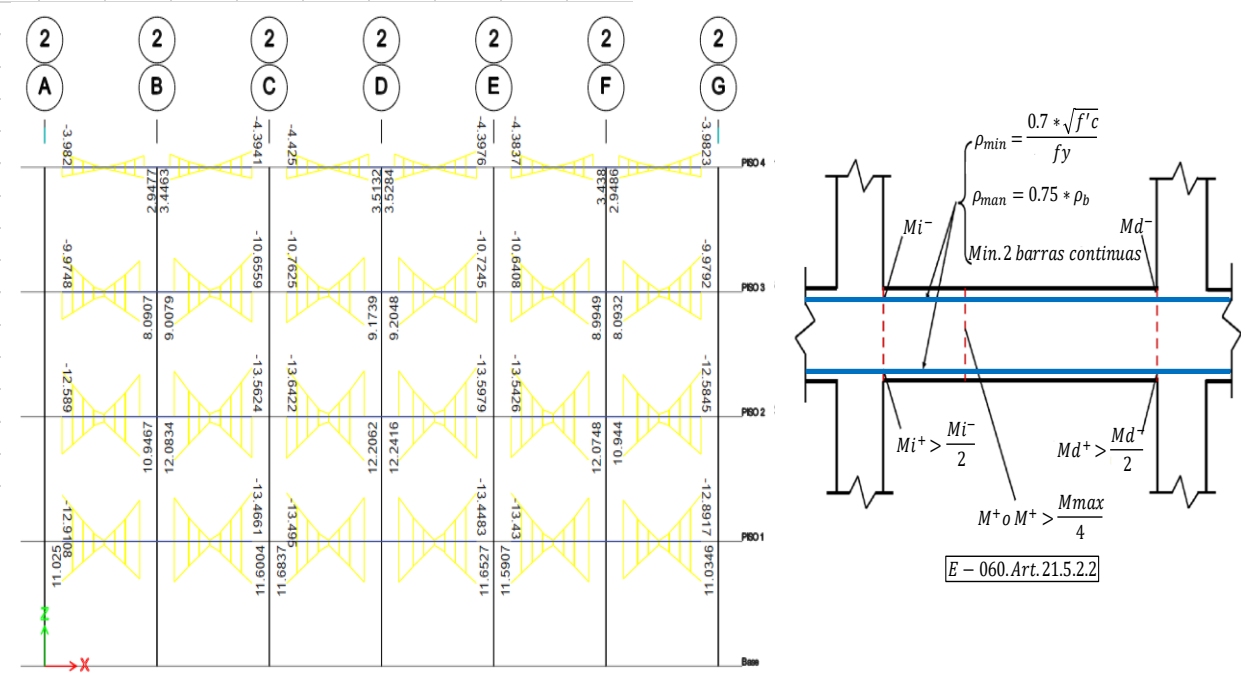
\* Factor de Reduccion Flexión = 0.9

\*  $\beta$  = 0.85

**CARGAS DE MOMENTO OBTENIDO DE ENVOLVENTE**

\*Tabla: Cargas de Momento en Piso 1 del ETABS

	TRAMO A-B			TRAMO B-C			TRAMO C-D			TRAMO D-E			TRAMO E-F			TRAMO F-G		
	Nudo A	Claro A-B	Nudo B	Nudo B	Claro B-C	Nudo C	Nudo C	Claro C-D	Nudo D	Nudo D	Claro D-E	Nudo E	Nudo E	Claro E-F	Nudo F	Nudo F	Claro F-G	Nudo G
M33-	12.911	0.826	11.464	12.157	1.875	13.466	13.495	0.961	12.186	12.206	1.897	13.448	13.430	0.946	12.136	11.465	1.659	12.892
M33+	11.025	1.601	10.413	12.077	2.537	11.601	11.684	1.623	11.335	11.365	2.512	11.653	11.591	1.631	11.251	10.423	2.351	11.035
Mmax		12.91			13.47			13.50			13.45			13.43			12.89	





\*Tabla: Cargas de Momento Corregidos en Piso 1

	TRAMO A-B			TRAMO B-C			TRAMO C-D			TRAMO D-E			TRAMO E-F			TRAMO F-G		
	Nudo A	Claro A-B	Nudo B	Nudo B	Claro B-C	Nudo C	Nudo C	Claro C-D	Nudo D	Nudo D	Claro D-E	Nudo E	Nudo E	Claro E-F	Nudo F	Nudo F	Claro F-G	Nudo G
M-	12.911	3.228	11.464	12.157	3.367	13.466	13.495	3.374	12.186	12.206	3.362	13.448	13.430	3.358	12.136	11.465	3.223	12.892
M+	11.025	3.228	10.413	12.077	3.367	11.601	11.684	3.374	11.335	11.365	3.362	11.653	11.591	3.358	11.251	10.423	3.223	11.035

\*Tabla: Cargas de Momento Finales en Piso 1

	Nudo A	Claro A-B	Nudo B	Claro B-C	Nudo C	Claro C-D	Nudo D	Claro D-E	Nudo E	Claro E-F	Nudo F	Claro F-G	Nudo G
M-	12.911	3.228	12.157	3.367	13.495	3.374	12.206	3.362	13.448	3.358	12.136	3.223	12.892
M+	11.025	3.228	12.077	3.367	11.684	3.374	11.365	3.362	11.653	3.358	11.251	3.223	11.035

### DETERMINACION DE CUANTIAS

#### Cuantía Balanceada, Máxima, Mínima y Momento Máximo

*. Cuantía Balanceada ( $\rho_b$ )	=	0.0289	$\rho_b = 0.85 * \beta * \frac{f'c}{fy} * \frac{6300}{6300 + fy}$
*. Cuantía Máxima ( $\rho_{max}$ )	=	0.0217	$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$
*. Cuantía Mínima ( $\rho_{min}$ )	=	0.0028	$\rho_{min} = \frac{0.7 * \sqrt{f'c}}{fy}$

#### Dimensiones de la viga

*. Ancho (B)	=	25.00 cm	$Acw = em * d$
*. Peralte (H)	=	55.00 cm	
*. Peralte Efectivo (d)	=	48.80 cm	

#### Determinación de Acero Requerido

\*Tabla: Cuantía de acero en cada claro y nudo de la viga

	Nudo A	Claro A-B	Nudo B	Claro B-C	Nudo C	Claro C-D	Nudo D	Claro D-E	Nudo E	Claro E-F	Nudo F	Claro F-G	Nudo G
$\omega$ -	0.0910	0.0218	0.0854	0.0228	0.0953	0.0228	0.0857	0.0227	0.0950	0.0227	0.0852	0.0218	0.0908
$\omega$ +	0.0770	0.0218	0.0848	0.0228	0.0819	0.0228	0.0795	0.0227	0.0816	0.0227	0.0787	0.0218	0.0771
$\rho$ -	0.0061	0.0015	0.0057	0.0015	0.0064	0.0015	0.0057	0.0015	0.0063	0.0015	0.0057	0.0015	0.0061
$\rho$ +	0.0051	0.0015	0.0057	0.0015	0.0055	0.0015	0.0053	0.0015	0.0054	0.0015	0.0052	0.0015	0.0051
As req.-	7.40	1.78	6.94	1.85	7.75	1.86	6.97	1.85	7.73	1.85	6.93	1.77	7.39
As req.+	6.26	1.78	6.89	1.85	6.66	1.86	6.47	1.85	6.64	1.85	6.40	1.77	6.27

$$\omega = 0.8475 - \sqrt{0.7182 - \frac{1.695 * Mu}{\phi * f'c * b * d^2}}$$

$$\phi = 0.9 \quad \rho = \omega * \frac{f'c}{fy}$$

$$As req. = \rho * b * d$$

#### Determinación de Refuerzo Longitudinal

\*. As min = 3.40 cm<sup>2</sup>

#### Nudo A

##### Cálculo del Acero Negativo

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
4	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

##### \*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0065 < 0.0217 **OK**

##### \*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm
$\phi_{estribo}$	1.9 cm
$\phi_{varillas}$	6.32 cm
$e_{entre\phi}$	7.62 cm
$b_{min}$	23.84 cm <b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
7.40 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>	Usar: 40N <sup>5</sup>

##### Cálculo del Acero Positivo

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
2	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	2.58 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

##### \*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0054 < 0.0217 **OK**

##### \*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm
$\phi_{estribo}$	1.9 cm
$\phi_{varillas}$	5.7 cm
$e_{entre\phi}$	7.62 cm
$b_{min}$	23.22 cm <b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
6.26 cm <sup>2</sup>	6.54 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup> + 20N <sup>4</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$O_{estribo}$	1.9 cm	
$O_{varillas}$	3.16 cm	
$e_{entreO}$	2.54 cm	
$b_{min}$	15.6 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
1.78 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
4	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0065 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$O_{estribo}$	1.9 cm	
$O_{varillas}$	6.32 cm	
$e_{entreO}$	7.62 cm	
$b_{min}$	23.84 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
6.94 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>	Usar: 40N <sup>5</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$O_{estribo}$	1.9 cm	
$O_{varillas}$	3.16 cm	
$e_{entreO}$	2.54 cm	
$b_{min}$	15.6 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
1.85 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Claro A-B**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$O_{estribo}$	1.9 cm	
$O_{varillas}$	3.16 cm	
$e_{entreO}$	2.54 cm	
$b_{min}$	15.6 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
1.78 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Nudo B**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
4	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0065 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$O_{estribo}$	1.9 cm	
$O_{varillas}$	6.32 cm	
$e_{entreO}$	7.62 cm	
$b_{min}$	23.84 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
6.89 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>	Usar: 40N <sup>5</sup>

**Claro B-C**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$O_{estribo}$	1.9 cm	
$O_{varillas}$	3.16 cm	
$e_{entreO}$	2.54 cm	
$b_{min}$	15.6 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
1.85 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Pare
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
4	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0065 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$\phi_{estribo}$	1.9 cm	
$\phi_{varillas}$	6.32 cm	
$e_{entre\phi}$	7.62 cm	
$b_{min}$	23.84 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
7.75 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>	Usar: 40N <sup>5</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Pare
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$\phi_{estribo}$	1.9 cm	
$\phi_{varillas}$	3.16 cm	
$e_{entre\phi}$	2.54 cm	
$b_{min}$	15.6 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
1.86 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Pare
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
4	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0065 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$\phi_{estribo}$	1.9 cm	
$\phi_{varillas}$	6.32 cm	
$e_{entre\phi}$	7.62 cm	
$b_{min}$	23.84 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
6.97 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>	Usar: 40N <sup>5</sup>

**Nudo C**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Pare
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
4	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0065 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$\phi_{estribo}$	1.9 cm	
$\phi_{varillas}$	6.32 cm	
$e_{entre\phi}$	7.62 cm	
$b_{min}$	23.84 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
6.66 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>	Usar: 40N <sup>5</sup>

**Claro C-D**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Pare
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$\phi_{estribo}$	1.9 cm	
$\phi_{varillas}$	3.16 cm	
$e_{entre\phi}$	2.54 cm	
$b_{min}$	15.6 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
1.86 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Nudo D**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Pare
2	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	2.58 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0054 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm	
$\phi_{estribo}$	1.9 cm	
$\phi_{varillas}$	5.7 cm	
$e_{entre\phi}$	7.62 cm	
$b_{min}$	23.22 cm	<b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
6.47 cm <sup>2</sup>	6.54 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup> + 20N <sup>4</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$  8 cm  
 $\phi_{estribo}$  1.9 cm  
 $\phi_{varillas}$  3.16 cm  
 $e_{entre\phi}$  2.54 cm  
 $b_{min}$  15.6 cm **OK**

As req.	As Diseño	Resultado
1.85 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
4	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0065 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$  8 cm  
 $\phi_{estribo}$  1.9 cm  
 $\phi_{varillas}$  6.32 cm  
 $e_{entre\phi}$  7.62 cm  
 $b_{min}$  23.84 cm **OK**

As req.	As Diseño	Resultado
7.73 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>	Usar: 40N <sup>5</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$  8 cm  
 $\phi_{estribo}$  1.9 cm  
 $\phi_{varillas}$  3.16 cm  
 $e_{entre\phi}$  2.54 cm  
 $b_{min}$  15.6 cm **OK**

As req.	As Diseño	Resultado
1.85 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Claro D-E**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$  8 cm  
 $\phi_{estribo}$  1.9 cm  
 $\phi_{varillas}$  3.16 cm  
 $e_{entre\phi}$  2.54 cm  
 $b_{min}$  15.6 cm **OK**

As req.	As Diseño	Resultado
1.85 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Nudo E**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
4	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0065 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$  8 cm  
 $\phi_{estribo}$  1.9 cm  
 $\phi_{varillas}$  6.32 cm  
 $e_{entre\phi}$  7.62 cm  
 $b_{min}$  23.84 cm **OK**

As req.	As Diseño	Resultado
6.64 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>	Usar: 40N <sup>5</sup>

**Claro E-F**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$  8 cm  
 $\phi_{estribo}$  1.9 cm  
 $\phi_{varillas}$  3.16 cm  
 $e_{entre\phi}$  2.54 cm  
 $b_{min}$  15.6 cm **OK**

As req.	As Diseño	Resultado
1.85 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
4	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0065 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm
$\phi_{estribo}$	1.9 cm
$\phi_{varillas}$	6.32 cm
$e_{entre\phi}$	7.62 cm
$b_{min}$	23.84 cm <b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
6.93 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>	Usar: 40N <sup>5</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm
$\phi_{estribo}$	1.9 cm
$\phi_{varillas}$	3.16 cm
$e_{entre\phi}$	2.54 cm
$b_{min}$	15.6 cm <b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
1.77 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Cálculo del Acero Negativo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
4	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0065 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm
$\phi_{estribo}$	1.9 cm
$\phi_{varillas}$	6.32 cm
$e_{entre\phi}$	7.62 cm
$b_{min}$	23.84 cm <b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
7.39 cm <sup>2</sup>	7.92 cm <sup>2</sup>	Usar: 40N <sup>5</sup>

**Nudo F**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
2	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	2.58 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0054 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm
$\phi_{estribo}$	1.9 cm
$\phi_{varillas}$	5.7 cm
$e_{entre\phi}$	7.62 cm
$b_{min}$	23.22 cm <b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
6.40 cm <sup>2</sup>	6.54 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup> + 20N <sup>4</sup>

**Claro F-G**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
0	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0032 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm
$\phi_{estribo}$	1.9 cm
$\phi_{varillas}$	3.16 cm
$e_{entre\phi}$	2.54 cm
$b_{min}$	15.6 cm <b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
1.77 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup>

**Nudo G**

**Cálculo del Acero Positivo**

CANTIDAD	VARILLAS DE ACERO				
	Nº	Acero	Diam.	Area Var.	Area Parc
2	4	1/2"	1.27 cm	1.29 cm <sup>2</sup>	2.58 cm <sup>2</sup>
2	5	5/8"	1.58 cm	1.98 cm <sup>2</sup>	3.96 cm <sup>2</sup>
0	6	3/4"	1.91 cm	2.85 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>
0	8	1"	2.54 cm	5.10 cm <sup>2</sup>	0.00 cm <sup>2</sup>

\*. Verificación de Cuantía

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

0.0028 < 0.0054 < 0.0217 **OK**

\*. Verificación de Ancho

$e_r$	8 cm
$\phi_{estribo}$	1.9 cm
$\phi_{varillas}$	5.7 cm
$e_{entre\phi}$	7.62 cm
$b_{min}$	23.22 cm <b>OK</b>

As req.	As Diseño	Resultado
6.27 cm <sup>2</sup>	6.54 cm <sup>2</sup>	Usar: 20N <sup>5</sup> + 20N <sup>4</sup>

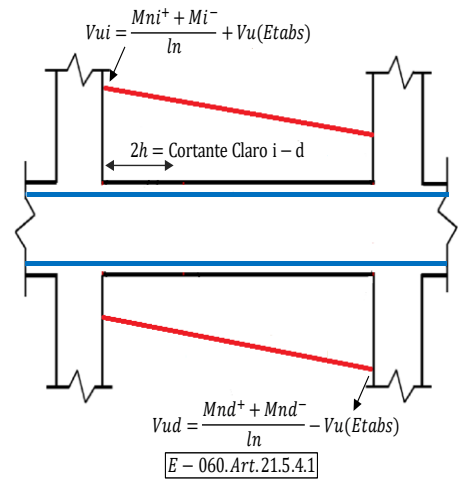
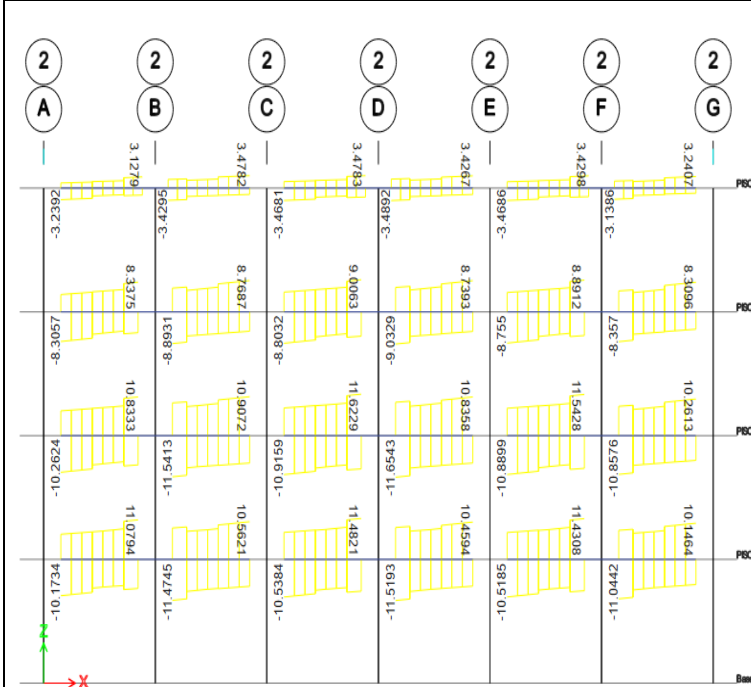


## DISEÑO POR CORTE

### Fuerzas Cortantes obtenidas de Envolvente

\*Tabla: Cortantes en Piso 1 del ETABS

	TRAMO A-B			TRAMO B-C			TRAMO C-D			TRAMO D-E			TRAMO E-F			TRAMO F-G		
	Nudo A	Claro A-B	Nudo B	Nudo B	Claro B-C	Nudo C	Nudo C	Claro C-D	Nudo D	Nudo D	Claro D-E	Nudo E	Nudo E	Claro E-F	Nudo F	Nudo F	Claro F-G	Nudo G
V22-	10.173	9.247	8.136	11.475	11.052	7.534	10.538	9.612	8.896	11.519	11.098	7.486	10.519	9.592	8.780	11.044	10.623	7.049
V22+	7.040	7.707	11.079	8.786	9.089	10.562	7.556	8.223	11.482	8.923	9.226	10.459	7.525	8.192	11.431	8.145	8.448	10.146
V22max	11.08			11.47			11.48			11.52			11.43			11.04		



## DETERMINACION DE MOMENTOS NOMINALES

\*Tabla: Obtención de Esfuerzos actuantes en viga

	Nudo A	Claro A-B	Nudo B	Claro B-C	Nudo C	Claro C-D	Nudo D	Claro D-E	Nudo E	Claro E-F	Nudo F	Claro F-G	Nudo G
As Dis-	7.92	3.96	7.92	3.96	7.92	3.96	7.92	3.96	7.92	3.96	7.92	3.96	7.92
FT=Cc	33.26	16.63	33.26	16.63	33.26	16.63	33.26	16.63	33.26	16.63	33.26	16.63	33.26
a	5.59	2.80	5.59	2.80	5.59	2.80	5.59	2.80	5.59	2.80	5.59	2.80	5.59
c	6.58	3.29	6.58	3.29	6.58	3.29	6.58	3.29	6.58	3.29	6.58	3.29	6.58
Mn-	15.30	7.88	15.30	7.88	15.30	7.88	15.30	7.88	15.30	7.88	15.30	7.88	15.30
As Dis+	6.54	3.96	7.92	3.96	7.92	3.96	6.54	3.96	7.92	3.96	6.54	3.96	6.54
FT=Cc	27.47	16.63	33.26	16.63	33.26	16.63	27.47	16.63	33.26	16.63	27.47	16.63	27.47
a	4.62	2.80	5.59	2.80	5.59	2.80	4.62	2.80	5.59	2.80	4.62	2.80	4.62
c	5.43	3.29	6.58	3.29	6.58	3.29	5.43	3.29	6.58	3.29	5.43	3.29	5.43
Mn+	12.77	7.88	15.30	7.88	15.30	7.88	12.77	7.88	15.30	7.88	12.77	7.88	12.77

$FT = f_y * A_s = Cc$  ← Fuerza en tracción/compresión

$a = \frac{f_y * A_s}{0.85 * f'_c * b}$  ← Longitud en compresión

$c = \frac{a}{\beta}$  ← Profundidad del Eje Neutro

$M_n = f_y * A_s * (d - \frac{a}{2})$  ← Momento Nominal

## CORTANTE DE DISEÑO

\* Luz libre (ln) = 3.90 m

\*Tabla: Cortantes de Diseño en Piso 1 del ETABS

	TRAMO A-B			TRAMO B-C			TRAMO C-D			TRAMO D-E			TRAMO E-F			TRAMO F-G		
	Nudo A	Claro A-B	Nudo B	Nudo B	Claro B-C	Nudo C	Nudo C	Claro C-D	Nudo D	Nudo D	Claro D-E	Nudo E	Nudo E	Claro E-F	Nudo F	Nudo F	Claro F-G	Nudo G
V <sub>ui</sub>	17.372	13.290	18.927	19.322	15.095	18.410	18.386	13.655	18.680	18.718	15.141	18.307	18.366	13.635	18.629	18.242	14.666	17.345
V <sub>ud</sub>	-2.975	-5.204	-3.232	-3.627	-7.009	-2.714	-2.691	-5.569	-4.284	-4.321	-7.055	-2.612	-2.671	-5.549	-4.233	-3.846	-6.580	-2.948
V <sub>u</sub> diseño	18.93			19.32			18.68			18.72			18.63			18.24		

$V_{ui} = \frac{M_{ni}^+ + M_{i}^-}{l_n} + V_u$  ← Cortante última i

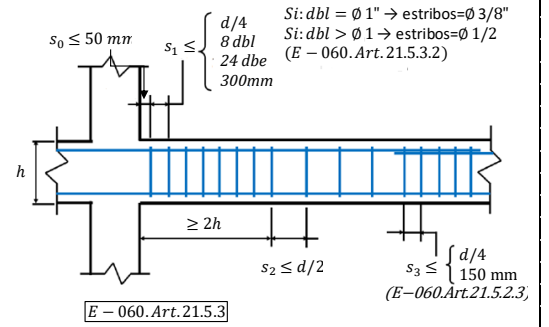
$V_{ud} = \frac{M_{nd}^+ + M_{nd}^-}{l_n} - V_u$  ← Cortante última d

$V_u(Etabs) = \text{Max}(V_{22}^-, V_{22}^+)$  ← Cortante última obtenido en analisis lineal

$V_u \text{ diseño} = \text{Max}(V_{ui}, V_{ud})$  ← Cortante última de diseño

**Determinación de Refuerzo Transversal**

<u>Usar:</u>		
Estribos de	=	Ø 3/8"
2h	=	110.00 cm
El espaciamiento en 2h no debe exceder de:		
S0	=	5.00 cm
d/4	=	12.20 cm
8 dbl	=	10.16 cm
24 dbe	=	22.80 cm
300 mm	=	30.00 cm
El espaciamiento fuera de 2h sera como minimo:		
S2=d/2	=	24.40 cm
El acero de refuerzo transversal será		
<u>Colocar</u>		
Ref. trans.		Usar Ø 3/8" 1@ 0.05, 11 @0.1, resto @ 0.24



**VERIFICACION DE ACERO TRANSVERSAL**

*. Vc	=	10.82 Tn	$Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$
*. $\phi Vc$	=	9.20 cm2	$Vu \text{ diseño} > \phi Vc$ <b>OK</b>
*. Av	=	1.42 cm2	$Vs(Sn) = \frac{Av * fy * d}{(Sn)}$
Cortantes en Zona de confinamiento:			
*. Vu1 diseño max.	=	19.32 Tn	$\phi Vn = 0.85 * (Vs + Vc)$
*. Vs1	=	28.65 Tn	
*. $\phi Vn1$	=	33.55 Tn	
*. Verif	=	<b>OK</b>	$\phi Vn > Vu \text{ diseño (E - 060. Art. 11.1.1)}$
Cortantes fuera de Zona de confinamiento:			
*. Vu2 diseño max.	=	15.14 Tn	
*. Vs2	=	11.93 Tn	
*. $\phi Vn2$	=	19.34 Tn	
*. Verif	=	<b>OK</b>	



## UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN

FACULTAD DE INGENIERIA ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

### MEMORIA DE CALCULO: DISEÑO DE COLUMNA

**TESIS** : APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL  
**TESISTA** : Bach. Vega Bravo Greycy Carolyn  
**NORMA DE REFERENCIA** : NTE-060

### DISEÑO DE COLUMNA C-1-T

#### DATOS FISICOS DE LA PCOLUMNA

\* $f_c$  = 280 kg/cm<sup>2</sup>  
 \* $f_y$  = 4200 kg/cm<sup>3</sup>

#### CARGAS EN LA BASE DE LA COLUMNA

\*Tabla: Cargas en la base de la columna ETABS

Story	Column	Output Case	Station	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
PISO 1	C5	Dead	0.000	-33.643	1.058	-0.002	0.000	-0.002	1.043
PISO 1	C5	Live	0.000	-10.415	1.053	0.016	0.000	0.015	1.045
PISO 1	C5	SISXX	0.000	3.452	0.071	11.078	0.014	28.144	0.159
PISO 1	C5	SISYY	0.000	15.779	2.079	2.950	0.121	6.479	4.241

\*Tabla: Cargas en la base de la columna

Carga	P (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	Mx (tn-m)	My (tn-m)
Muerta (CM)	33.64	1.06	0.00	0.00	1.04
Viva (CV)	10.42	1.05	0.02	0.02	1.05
Sismo X (SX)	3.45	0.07	11.08	28.14	0.16
Sismo Y (SY)	15.78	2.08	2.95	6.48	4.24

\*Tabla: Fuerzas ultimas en la columna

Combinaciones	Pu (tn)	Vua	Vua	Mua	Mua
		XX (tn)	YY (tn)	XX (tn-m)	YY (tn-m)
1.4CM+1.7CV	64.81	3.27	0.02	0.02	3.24
Sismo XX					
1.25(CM+CV)+SX	58.52	2.71	11.09	28.16	2.77
1.25(CM+CV)-SX	51.62	2.57	-11.06	-28.13	2.45
0.9CM+SX	33.73	1.02	11.08	28.14	1.10
0.9CM-SX	26.83	0.88	-11.08	-28.15	0.78
Sismo YY					
1.25(CM+CV)+SY	70.85	4.72	2.97	6.50	6.85
1.25(CM+CV)-SY	39.29	0.56	-2.93	-6.46	-1.63
0.9CM+SY	46.06	3.03	2.95	6.48	5.18
0.9CM-SY	14.50	-1.13	-2.95	-6.48	-3.30

**DETERMINACION DE CUANTIA: COLUMNA TIPO T**

**Datos Físicos**

*- Ancho (B)	=	120 cm2
*- Altura (H)	=	45 cm2
*- Area de columna (Acol)	=	3600 cm2

**Cuántia Mínima de Refuerzo Longitudinal**

*- As min	=	50.40 cm2	$1\% < \rho < 6\%$ y Si: $\rho > 4\%$ (detalles en planos) (E - 0.60.Art.21.6.3.1)
cuántia mínima	=	1.40%	
			$\equiv Asmin = 0.01 * Acol$

**Refuerzo Longitudinal**

\*Tabla: Acero requerido

SECCION T	$\rho$	As	$\phi 1"$	$\phi 3/4"$	$\phi 5/8"$	$\phi 1/2"$	$\phi 3/8"$	As de diseño
			5.1	2.85	1.98	1.29	0.71	
<b>ACERO TOTAL ASUM</b>	<b>0.014</b>	<b>50.4</b>			<b>26</b>			<b>51.48 OK</b>

Colocar

26 barras  $\phi 5/8"$

**Refuerzo Transversal**

Usar:

Estribos de =  $\phi 3/8"$

El espacio  $L_0$  donde puede ocurrir fluencia por flexión no debe ser menor a:

Sexta parte de luz libre ( $H_n/6$ )	=	0.52 cm
Maxima dimension (a,b)	=	120 cm
50 mm	=	50 cm

El espaciamiento  $S_0$  no debe ser mayor a:

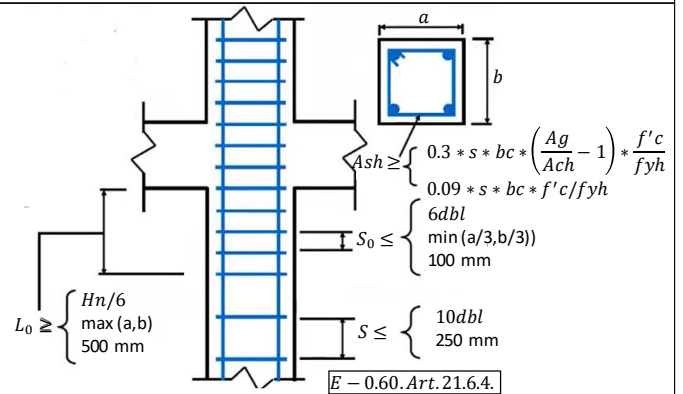
6 dbl	=	9.54 cm
Minimo ( $a/3, b/3$ )	=	8.33 cm
10 mm	=	10 cm

El espaciamiento  $S$  no debe ser mayor a:

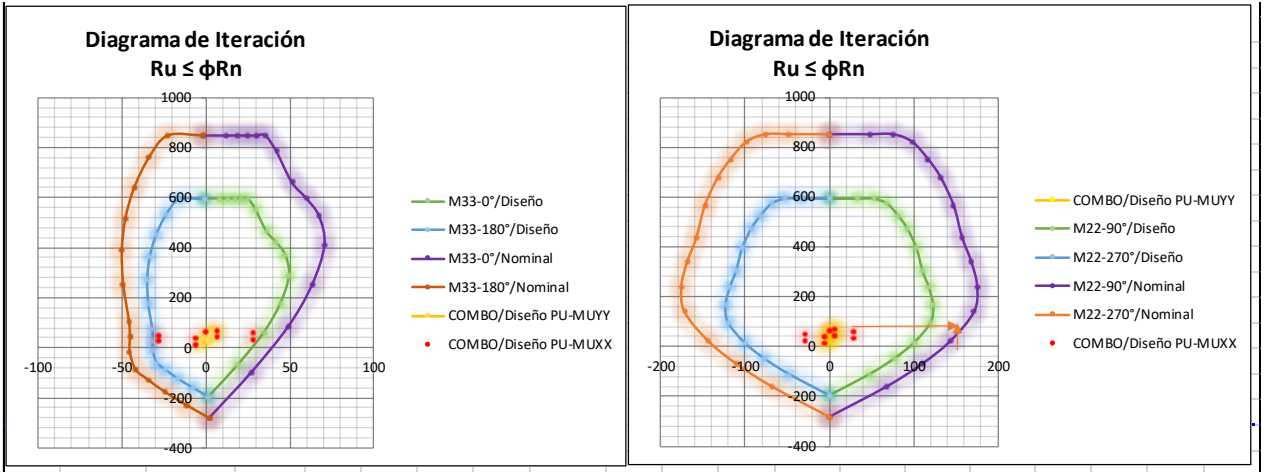
10 dbl	=	15.90 cm
250 mm	=	25.00 cm

Colocar

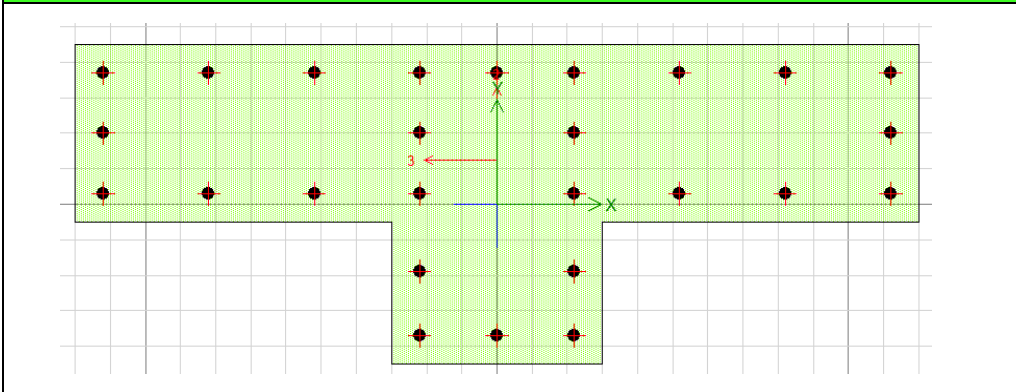
Refuerzo Transversal Usar  $\phi 3/8"$  14 @ 0.08, resto @ 0.15



**Diagrama de Iteración**



**GRAFICO**





## UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN

FACULTAD DE INGENIERIA ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

### MEMORIA DE CALCULO: DISEÑO DE PLACA

TESIS	:	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL
TESISTA	:	Bach. Vega Bravo Greeya Carolyn
NORMA DE REFERENCIA	:	NTE-060

### DISEÑO DE PLACAS PT-1

#### DATOS FISICOS DE LA PLACA

*f <sub>c</sub>	=	280 kg/cm <sup>2</sup>
*f <sub>y</sub>	=	4200 kg/cm <sup>3</sup>

#### CARGAS EN LA BASE DE LA PLACA

\*Tabla: Cargas en la base de la placa ETABS

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
PISO 1	PLACA 2 T	Dead	Bottom	-52.7	0.001	-0.826	0.001	0.18	0.001
PISO 1	PLACA 2 T	Live	Bottom	-23.62	0.0012	-0.035	0.0004	0.64	0.001
PISO 1	PLACA 2 T	SISXX	Bottom	1.829	19.519	0.3182	0.473	0.347	47.807
PISO 1	PLACA 2 T	SISYY	Bottom	96.68	3.9775	17.319	0.235	18.932	8.471

\*Tabla: Cargas en la base de la placa

Carga	P (tn)	Vx (tn)	Vy (tn)	Mx (tn-m)	My (tn-m)
Muerta (CM)	52.703	0.001	-0.826	0.18	0.001
Viva (CV)	23.619	0.0012	-0.035	0.64	0.001
Sismo X (SX)	1.829	19.519	0.3182	0.347	47.807
Sismo Y (SY)	96.68	3.9775	17.319	18.932	8.471

\*Tabla: Fuerzas ultimas en la placa

Combinaciones	Pu (tn)	Vua	Vua	Mua	Mua
		XX (tn)	YY (tn)	XX (tn-m)	YY (tn-m)
1.4CM+1.7CV	113.94	0.0034	-1.215	1.34	0.0031
Sismo XX					
1.25(CM+CV)+SX	97.231	19.522	-0.758	1.372	47.8095
1.25(CM+CV)-SX	93.573	-19.52	-1.394	0.678	-47.8045
0.9CM+SX	49.262	19.52	-0.425	0.509	47.8079
0.9CM-SX	45.604	-19.52	-1.062	-0.185	-47.8061
Sismo YY					
1.25(CM+CV)+SY	192.08	3.9803	16.243	19.957	8.4735
1.25(CM+CV)-SY	-1.277	-3.975	-18.39	-17.907	-8.4685
0.9CM+SY	144.11	3.9784	16.576	19.094	8.4719
0.9CM-SY	-49.25	-3.977	-18.06	-18.77	-8.4701

#### EN LA DIRECCION XX

##### Datos Físicos

*- Longitud muro (Lm)	=	1.2 m	
*- Espesor de muro (em)	=	0.25 m	
*- d	=	0.96 m	$d = 0.8 * Lm (E - 060. Art. 21.9.4.5. a)$
*- hm	=	13.6 m	(Altura total de la placa)
*- Ag	=	3500 cm <sup>2</sup>	
*- Acw	=	2400 cm <sup>2</sup>	$Acw = em * d$

<b>Esfuerzos</b>	
*. Mua	= 47.8095 Tn-m
*. Pu	= 97.231375 Tn
*. Vua	= 19.52205 Tn
<b>Datos de Diseño</b>	
*. Esbeltez (hm/Lm)	= 11.33 ad (Valor para primer piso)
	$Vc = \alpha c * \sqrt{f'c} * Acw$ (E - 060. Art.11.10.5)
	Si: $\frac{hm}{lm} \leq 1.5 \rightarrow \alpha c = 0.80$ Si: $\frac{hm}{lm} \geq 2.0 \rightarrow \alpha c = 0.53$
*. $\alpha c$	= 0.53
*. Tracción	= 0 (1 Si tiene tracción, 0 Si no tiene tracción)
*. Resistencia de Concreto a Corte (Vc)	= 21.28 Tn
*. # Hileras	= 2.00 capas $Si: em < 20\text{ cm} \rightarrow \#Hileras = 2\text{ capas}$ (E - 060. Art. 21.9.4.3a)
*. $0.27 * (f'c^{0.5}) * Acw$	= 10.84 Tn (Valor a comparar para acero mínimo)
*. Resistencia Nominal Maxima (Vn max)	= 108.43 Tn Valor máximo que puede resistir la sección
*. Resistencia Ultima Maxima (Vu max)	= 92.17 Tn $Vn\text{ max} \leq 2.70 * \sqrt{f'c} * Acw$ (E - 060. Art. 11.10.4)
	$Vu = \phi(Vc + Vs) \equiv \phi Vn$
<b>Cuantías Mínimas por MI de muro</b>	
*. As min h	= 6.25 cm <sup>2</sup> /m
cuantía mínima	= 0.0025
	$Si: Vu < 0.27 * \sqrt{f'c} * Acw$ (E - 060 Art. 11.10.7)
	$\rightarrow \rho\text{ min } h > 0.002$ $\equiv As\text{ min } h = 0.002 * em * 1m$
	$Si: Vu > 0.27 * \sqrt{f'c} * Acw$ (E - 060 Art. 11.10.8)
	$\rightarrow \rho\text{ min } h > 0.0025$ $\equiv As\text{ min } h = 0.0025 * em * 1m$
	$3 * em < S < 40cm$
	$Si: Vu < 2.7 * \sqrt{f'c} * Acw$ (E - 060 Art. 11.10.7)
	$\rightarrow \rho\text{ min } v > 0.0015$ $\equiv As\text{ min } v = 0.0015 * em * 1m$
*. As min v	= 6.25 cm <sup>2</sup> /m
cuantía mínima	= 0.0025
	$Si: Vu > 2.7 * \sqrt{f'c} * Acw$ (E - 060 Art. 11.10.8)
	$\rightarrow \rho v = 0.0025 + 0.5 \left( 2.5 - \frac{hm}{lm} \right) * (\rho h - 0.0025) \geq 0.0025$
	$\equiv As\text{ min } v = 0.0025 * em * 1m$
	$3 * em < S < 40cm$
<b>Tanteo Acero Vertical</b>	
*. As requerido	= 6.25 cm <sup>2</sup> /m/2 mallas
*. Diámetro varilla	= $\phi$ 3/8"
*. As colocado	= 1.42 cm <sup>2</sup>
*. Espaciamento (S)	= 0.23 m
*. usar: S	= 0.18 m $\leftarrow$ escoger un espaciamento menor
Colocar	$\phi$
Doble malla de	3/8" @ 0.18 m
	$Si: \frac{hm}{lm} < 2$ (m. bajo) $\rightarrow \rho v \cong \rho h$ (E - 060. Art. 21.9.5.2)
	$S = \frac{Ascolocado}{Asrequerido}$

## ELEMENTOS DE BORDE

### Verificación de Necesidad de Elementos de Borde

*- Desplazamiento lateral inelástico ( $\delta u$ )	=	0.0308 m	$C \geq \frac{lm}{600 \left( \frac{\delta u}{hm} \right)} \quad (E - 060. Art. 21.9.7.4. a)$
*- Relación ( $\delta u/hm$ )	=	0.026 m	
*- $lm/(600*(\delta u/hm))$	=	0.08 m	
*- Prof. Del Eje Neutro (C)	=	0.28 m	
*- Verif	=	Necesita de elemento de borde	Obtenido de ETABS <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><math>\frac{\delta u}{hm} &gt; 0.005</math></span>

### Dimension de Nucleo

*- C/2	=	0.14 m	Secciones con alas: Largo > 30cm (E - 060. Art. 21.9.7.6. b)
*- C-0.11m	=	0.16 m	
*- Ancho	=	0.20 m	
*- Largo	=	0.30 m	

### Refuerzo Longitudinal

*- As nucleo	=	13.95 cm <sup>2</sup>	$As_{nucleo} = \frac{M_{ua}}{\phi * f_y * d}$
*- Diametro varilla	=	ø 5/8"	
*- Av	=	1.98 cm <sup>2</sup>	
*- Cant var.	=	8.00 var	
<u>Colocar</u>			
Ref. Long.	8	ø 5/8"	

### Refuerzo Transversal

Para diámetros del refuerzo longitudinal, usar estribos de:

<u>Usar:</u>	=	ø 3/8"
Estribos de	=	ø 3/8"

Si:  $dbl = \phi 5/8" \rightarrow$  estribos = ø 8mm  
 Si:  $dbl = \phi 1" \rightarrow$  estribos = ø 3/8"  
 Si:  $dbl > \phi 1 \rightarrow$  estribos = ø 1/2  
 (E - 060. Art. 21.9.7.6. d)

Altura mínima de confinamiento	=	1.20 m
El espaciamiento no debe ser mayor que:		
10db longitudinal	=	15.90 cm
Menor dim. Elem borde	=	20.00 cm
25cm	=	25.00 cm

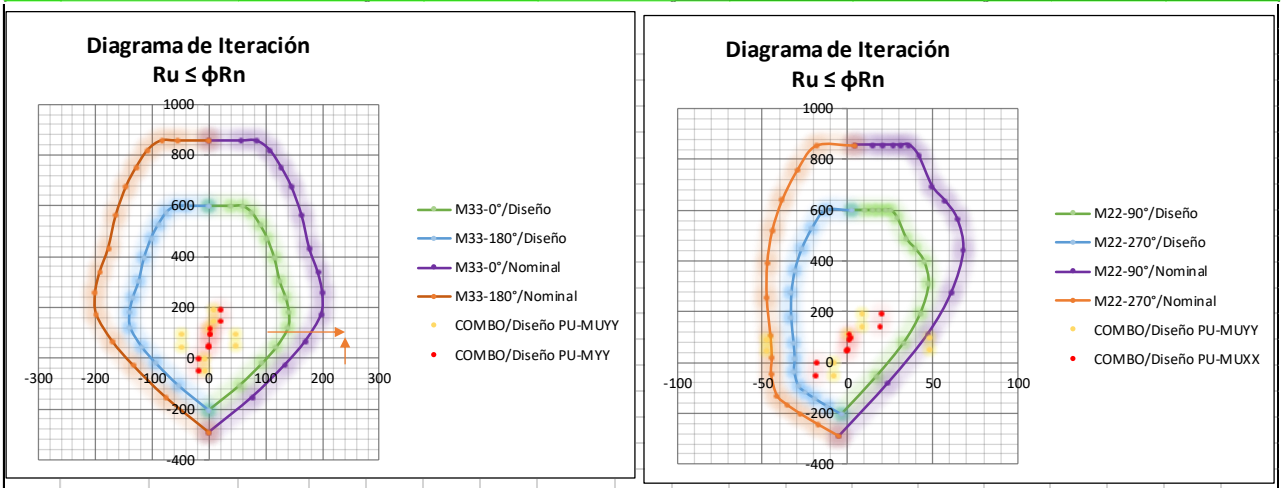
$h_{minconf} = lm \geq 0.25Mu/Vu$

El acero de refuerzo transversal será

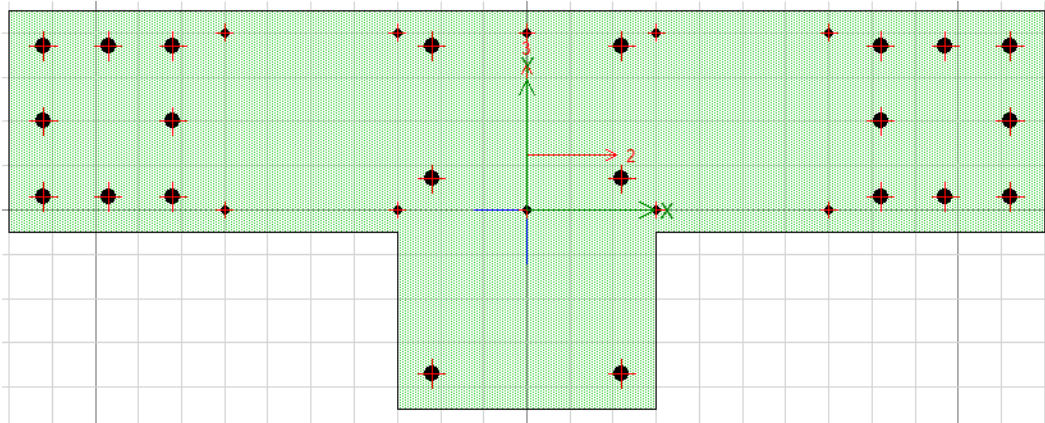
<u>Colocar</u>			
Ref. Long.	ø 3/8"	@	15.00 m

### Verificación de Cuantía

*- Ag	=	3500.00 cm <sup>2</sup>	
*- As elem borde	=	47.52 cm <sup>2</sup>	Cant. de acero
*- As muro	=	14.20 cm <sup>2</sup>	Cant. de acero
*- ρ usada	=	1.76 %	debe ser menor a 4% y mayor a 1%



**GRAFICO**



**CORTANTES DE DISEÑO**

*- $M_{ua}$	=	47.81 Tn	
*- $V_{ua}$	=	19.52 Tn	
*- $P_u$	=	97.23 Tn	$V_u \geq V_{ua} \left( \frac{M_n}{M_{ua}} \right) (E - 060. Art. 21.9.5.3)$
*- $M_n$	=	180.00 Tn-m	(Dato del Momento asociado a la Carga)
*- Coeficiente de Reducción Sísmica (R)	=	7.00	
*- Relación ( $M_n/M_{ua}$ )	=	3.76	$Si: \frac{M_n}{M_{ua}} < R'7'$
*- Factor Asum	=	3.76	$\rightarrow FactorAsum = \frac{M_u}{M_{ua}}$
			$Si: \frac{M_n}{M_{ua}} > R'7'$
			$\rightarrow Factor Asum = R$
*- $V_u$	=	73.50 Tn	$Si: M_{ua} > M_n$ $\rightarrow V_u = V_{ua}$ $Si: M_{ua} < M_n$ $\rightarrow V_u = Factor * V_{ua}$
*- $V_n$	=	86.47 Tn	(Corte Maximo de la Seccion) <b>CONDICIÓN: <math>V_n &gt; V_u</math></b>
			<b>OK</b>
*- $V_c$	=	21.28 Tn	(Corte que asume el concreto)
*- Resistencia de Concreto Maximo ( $V_c \max$ )	=	26.61 Tn	$V_{cmax} = \alpha c * \sqrt{f'c} * Lm * em$
*- Resistencia del acero ( $V_s = V_n - V_c$ )	=	65.19 Tn	(Corte que asume el acero) $V_s = \frac{V_u}{0.85} - V_c$
*- $V_s \max$	=	84.34 Tn	(Corte máximo que puede asumir el fierro con acero mínimo) $V_{smax} > 2.1 * \sqrt{f'c} * em * d (E - 060. Art. 11.5.7.9)$ <b>CONDICIÓN: <math>V_{smax} &gt; V_s</math></b>
			<b>OK</b>

**Verificación de Acero Horizontal**

*- $\phi V_c$	=	18.09 Tn	
*- $V_s$	=	65.19 Tn	$Si: V_u > \phi V_c$
*- $\rho_h$	=	0.0065	$V_s = A_{cw} * \rho_h * f_y (E - 060. Art. 11.10.10.1)$
*- $A_{sh}$	=	16.17 cm <sup>2</sup>	<b>CONDICIÓN: <math>V_{scolocado} &gt; V_s</math></b>
*- Diametro varilla	=	ø 1/2"	
*- As colocado	=	2.54 cm <sup>2</sup>	
*- Espaciamiento (S)	=	0.16 m	
*- usar: S	=	0.15 m	
<b>Colocar</b>	ø		
Doble malla de	1/2"	@	0.15 m
*- $V_s \text{ final}$	=	81.48 Tn	$V_{sfinal} = em * Lm * \rho_h * f_y$
*- $V_n \text{ real}$	=	102.77 Tn	$V_n \text{ real} = V_c + V_{sfinal}$
*- $V_n \text{ max}$	=	108.43 Tn	$V_n \text{ max} > V_n \text{ real}$
			<b>OK</b>





## UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN

FACULTAD DE INGENIERIA ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

### MEMORIA DE CALCULO: DISEÑO DE MURO DE ALBAÑILERIA

TESIS	:	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO
TESISTA	:	Bach. Vega Bravo Greycy Carolyn
NORMA DE REFERENCIA	:	NTE-070

### DISEÑO DE MUROS DE ALBAÑILERIA MA-1

#### DATOS FISICOS

*Tipo de Ladrillo	=	kin kong industrial - IV
* Resistencia a compresión de la unidad de albañilería (fb)	=	145 kg/cm <sup>2</sup>
* Resistencia a compresión de pilas de albañilería (fm)	=	65 kg/cm <sup>2</sup>
* Resistencia característica al corte puro (v'm)	=	8.1 kg/cm <sup>1</sup>
* Modulo de Elasticidad del muro de albañilería (Em)	=	32500 kg/cm <sup>2</sup> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;"><math>Em = 500 * f'm (E - 070. Art. 24.7)</math></span>

#### DENSIDAD DE MUROS

\*Tabla: Densidad de Muros Reforzados

Dirección Y - Y				
Muro	Cantidad	L (m)	tm/tc (m)	Ac (m <sup>2</sup> )
MY1	1	7.65	0.23	1.7595
MY2	1	7.65	0.23	1.7595
MY3	1	7.65	0.23	1.7595
MY4	1	7.65	0.23	1.7595
PY1	8	0.45	1.34	4.8156
TOTAL DE Ac =				11.85

$$\frac{\sum \text{Area de corte de muros}}{\text{Area de Planta}} \geq \frac{Z * U * S * N}{56} \quad (E - 070. Art. 19.2.b)$$

$$Eq = tc * \frac{Ec}{Em}$$

Parametros Sismicos

* Factor Zona (Z)	=	0.45 Zona 4
* Factor Uso (U)	=	1.5 Tipo A
* Factor Suelo (S)	=	1.1 S3
* Numero de pisos (N)	=	4 pisos
* Modulo elastico del concreto(Ec)	=	217370.65 kg/cm <sup>2</sup>
* Espesor equivalente(Eq)	=	1.34 m
* Area de Corte (Ac)	=	11.85 m <sup>2</sup>
* Area de planta	=	186.84 m <sup>3</sup>

$$\frac{\sum \text{Area de corte de muros}}{\text{Area de Planta}} \geq \frac{Z * U * S * N}{56}$$

$$0.0634442 \geq 0.053 \quad \text{OK}$$

#### VERIFICACION POR ESFUERZO AXIAL MAXIMO

\*Tabla: Carga de servicio ETABS

Story	Pier	Load Case/Com	Location	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
PISO 1	MY1	Pm=100%C3	Bottom	-34.0357	-1.8169	-0.0916	-0.0099	0.0388	-12.1754
PISO 1	MY2	Pm=100%C3	Bottom	-37.8853	-1.8663	-0.0003	0.0018	-0.0004	-10.0406
PISO 1	MY3	Pm=100%C3	Bottom	-37.6545	-1.8719	0.0085	0.0015	-0.0033	-9.984
PISO 1	MY4	Pm=100%C3	Bottom	-33.76	-1.8203	0.0816	0.0068	-0.0344	-12.1922

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L * t} \leq 0.2 f'm * \left(1 - \left(\frac{h}{35tm}\right)^2\right) \leq 0.15 f'm \quad (E - 070. Art. 19.1b)$$

\*Tabla: Diseño por Cargas Verticales

Muro	L (m)	tm (m)	Pm kg	$\sigma_m$ kg/cm <sup>2</sup>	$0.2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35tm}\right)^2\right]$	Verificación
MY1	7.65	0.23	34035.7	1.9344	10.945758	OK!!
MY2	7.65	0.23	37885.3	2.1532	10.945758	OK!!
MY3	7.65	0.23	37654.5	2.1401	10.945758	OK!!
MY4	7.65	0.23	33760	1.9187	10.945758	OK!!

Para: h (m) = 3.20

**CONTROL POR FISURACION**

\*Tabla: Peso sismico ETABS

Story	Pier	Load Case/Com	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
PISO 1	MY1	Pg=100%CM	Bottom	-29.5499	-1.1267	-0.0525	-0.0058	0.0222	-8.1549
PISO 1	MY2	Pg=100%CM	Bottom	-30.9834	-1.207	-0.0002	0.001	-0.0002	-6.5262
PISO 1	MY3	Pg=100%CM	Bottom	-30.9286	-1.2103	0.0025	0.0008	-0.0008	-6.4941
PISO 1	MY4	Pg=100%CM	Bottom	-29.4789	-1.1283	0.0499	0.0041	-0.0211	-8.1647

\*Tabla: Cortantes y Momentos de Sismo Moderado ETABS

Story	Pier	Load Case/Com	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
PISO 1	MY1	Sismo Moder	Bottom	10100.48	1494.7	307.52	8.33	44.65	1862.8
PISO 1	MY2	Sismo Moder	Bottom	22.55	487.69	321.09	8.16	48.87	489.53
PISO 1	MY3	Sismo Moder	Bottom	23.16	577.94	321.07	6.5	48.87	568.3
PISO 1	MY4	Sismo Moder	Bottom	10101.3	1588	307.53	8.12	44.65	1995.38
PISO 1	MY1	Sismo Moder	Bottom	393.54	22091	11.62	60.91	1.69	32617.86
PISO 1	MY2	Sismo Moder	Bottom	69.82	26174	12.14	62.79	1.84	24817.75
PISO 1	MY3	Sismo Moder	Bottom	90.03	31791	12.29	62.96	1.95	30348.79
PISO 1	MY4	Sismo Moder	Bottom	286.06	38171	11.47	74.08	1.6	54267.43

Muro Y1

*Cortante de sismo moderado X (Ve-x)	=	307.52 kg
*Cortante de sismo moderado Y (Ve-y)	=	22091.28 kg
*Momento de sismo moderado X (Me-x)	=	44.65 kg/cm2
*Momento de sismo moderado Y (Me-y)	=	32617.86 kg/cm2
*Cortante de sismo moderado (Ve)	=	22091.28 kg
*Momento de sismo moderado (Me)	=	32617.86 kg/cm2
*Factor de Reduccion de Resistencia al corte por esbeltez (α)	=	5.18
*α asumido	=	1.00
*Resistencia al agrietamiento diagonal (Vm)	=	78056.227 kg
→ Verificacion		
$V_{ei} \leq 0.55V_{mi} =$		42930.9 kg/cm2 <b>OK</b>

\*Tabla: Control de Fisuración

Muro	Pg	Ve-xx	Me-xx	Ve-yy	Me-yy	Ve	Me	Ve*L/Me	α	Vm	Verificación
	kg	kg	kg-m	kg	kg-m	kg	kg-m	kgf-m	kgf-m	kgf	Ve<=0.55Vm
MY1	29549.90	307.52	44.65	22091.28	32618	22091.28	32617.9	5.18	1	78056	No Fisurado
MY2	30983.40	321.09	48.87	26173.87	24818	26173.87	24817.8	8.07	1	78386	No Fisurado
MY3	30928.60	321.07	48.87	31791.49	30349	31791.49	30348.8	8.01	1	78373	No Fisurado
MY4	29478.90	307.53	44.65	38170.56	54267	38170.56	54267.4	5.38	1	78040	No Fisurado

**VERIFICACION DE LA RESISTENCIA AL CORTE**

\*Tabla: Cortantes y Momentos de Sismo Severo ETABS

Story	Pier	Load Case/Com	Location	P	V2	V3	T	M2	M3
				kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
PISO 1	MY1	SISXX	Bottom	20200.96	2989.4	615.04	16.65	89.3	3725.6
PISO 1	MY2	SISXX	Bottom	45.1	975.37	642.18	16.31	97.73	979.07
PISO 1	MY3	SISXX	Bottom	46.32	1155.9	642.14	12.99	97.74	1136.61
PISO 1	MY4	SISXX	Bottom	20202.61	3175.9	615.07	16.24	89.3	3990.75
PISO 1	MY1	SISYY	Bottom	787.08	44183	23.23	121.81	3.37	65235.72
PISO 1	MY2	SISYY	Bottom	139.64	52348	24.29	125.59	3.69	49635.3
PISO 1	MY3	SISYY	Bottom	180.06	63583	24.59	125.92	3.89	60697.58
PISO 1	MY4	SISYY	Bottom	572.11	76341	22.94	148.16	3.2	108534.9

\*Tabla: Verificación de la Resistencia al Corte

Muro	Vm	VEi-x	VEi-yy	VEi	Verificación
	kgf	kg	kg	kg	Vmi>=Ve
MY1	78056.23	615.04	44182.56	44182.56	Resistente
MY2	78385.93	642.18	52347.75	52347.75	Resistente
MY3	78373.33	642.14	63582.99	63582.99	Resistente
MY4	78039.90	615.07	76341.12	76341.12	Resistente

\*Tabla: Cortante de Diseño en la Direccion Y

Story	Load Case/Co	Locati on	P tonf	VX tonf	VY tonf
PISO 1	SISYY	Bottom	0	6.33	409.99

*Resistencia al corte en Dirección Y de muros de albanilería (ΣVmi)	=	312855.38 kg
*Resistencia al corte en Dirección Y de muros de concreto (ΣVplacas)	=	132624.10 kg
*Cortante por Sismo Severo en Dirección Y (VEi)	=	409990.00 kg
→ Verificacion		
$\Sigma V_{mi} \text{ (incluye placas)} \geq V_{Ei}$		<b>OK</b>

Debe cumplirse:

$$V_e \leq 0.55 * V_m \text{ (E - 070. Art. 26.2)}$$

Sismo moderado = 50% Sismo Severo (E - 070. Art. 22)

Donde:

$$V_m = 0.5 * v_m * \alpha * t * L + 0.23 * P_g$$

→ Unidades de Arcilla y de Concreto

Ademas:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e * L}{M_e} \leq 1 \text{ (E - 070. Art. 26.3)}$$

## NECESIDAD DE REFORZAR HORIZONTALMENTE

\*Tabla: Verificación de refuerzo horizontal

Muro	$\sigma_m$ kg/cm <sup>2</sup>	$V_e$ kg	$M_e$ kg-m	$V_m$ kgf	$V_{m1}$ kgf	$\frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 2$	$\frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3$	$V_u$ kgf	$M_u$ kgf-m	Condición
MY1	1.93	22091.28	32617.86	78056.23	3.53	3.00		66273.8	97853.6	No Reforzar
MY2	2.15	26173.87	24817.75	78385.93	2.99	2.99		78385.9	74324.6	No Reforzar
MY3	2.14	31791.49	30348.79	78373.33	2.47	2.47		78373.3	74816.7	No Reforzar
MY4	1.92	38170.56	54267.43	78039.90	2.04	2.04		78039.9	110950.0	No Reforzar

Debe cumplirse 3 condiciones:

$$V_u \geq V_m (E - 070. Art. 27.1.a)$$

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L * t} \leq 0.05 f'c (E - 070. Art. 27.1.a)$$

$$0.05 f'c = 3.25 \text{ kg/cm}^2$$

> 3 pisos todos los muros del 1º piso (E - 070. Art. 21. b)

$$\rightarrow V_{ui} = V_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}}; M_{ui} = M_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 1 (E - 070. Art. 27. c)$$

Los muros no necesitan reforzarse, sin embargo se reforzarán sólo en el primer piso porque la edificación esta proyectado para 4 niveles

$$\rho = \frac{A_s}{t * s} \geq 0.01 (E - 070. Art. 27.1.c)$$

- \*- Diametro varilla =  $\phi$  3/8"
- \*Número de hiladas = 3.00
- \*Espaciamiento (s) = 30.00 cm
- \*Acero requerido (As) = 0.69 cm<sup>2</sup>

→ Colocar 1  $\phi$  3/8" @ 3 hiladas

Ademas:

$$2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3$$

## DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO

Columnas de Confinamiento

\*Tabla: Fuerzas internas en columnas extrema

Muro	M	F	$N_c$	$L_m$	$P_c$	$V_c$	T	C
	kg-m	kg		m	kgf	kgf	kgf	kgf
MY1	-27036.38	3534.17	3	3.83	9849.97	14635.54	-6315.80	13384.1
MY2	-51092.89	6678.81	3	3.83	#####	14697.36	-3648.99	17006.6
MY3	-50580.58	6611.84	3	3.83	#####	14695.00	-3697.69	16921.4
MY4	-13913.81	1818.80	3	3.83	9826.30	14632.48	-8007.50	11645.1

E-070. Art. 27.3 Tabla 11

Para columna interior:

$$V_c = \frac{V_{m1} * L_m}{L(N_c + 1)}$$

$$T = V_{m1} * \frac{h}{L} - P_c$$

$$C = P_c - \frac{V_{m1} * h}{2L}$$

Para columna extrema:

$$V_c = 1.5 * \frac{V_{m1} * L_m}{L(N_c + 1)}$$

$$T = F - P_c \quad C = P_c + F$$

\*Tabla: Fuerzas internas en columnas interna

Muro	$V_c$	T	C
	kgf	kgf	kgf
MY1	9757.03	22801.00	-6475.5
MY2	9798.24	22461.09	-6066.6
MY3	9796.67	22474.08	-6082.3
MY4	9754.99	22817.84	-6495.8

Donde:

$$M = M_{u1} - \frac{1}{2} V_{m1} * h$$

$$F = \frac{M}{L} \quad \frac{N_c = \#col}{L_m = 0.5L}$$

$$P_c = \frac{Pg}{N_c}$$

E-070. Art. 27.3.a1

Determinación de la sección: Diseño por compresión y por corte-fricción

$$A_n = A_s + \frac{C}{0.85 \delta f'c} - A_s * f_y$$

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0.2 * f'c * \phi}$$

- $\phi = 0.7$  Estribos cerrados
- $\delta = 0.8$  Col. Confinadas
- sin muros transv.
- $\phi = 0.85$

\*- Acero mínimo (Asmin) =

2.01 mínimo: 4  $\phi$  8mm

\*Tabla: Areas de sección mínima de columnas extrema

Muro	$A_n$	$A_{cf}$	$A_{req}$	Sección Final	Verificación
	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	T (cm) D (cm)	$A_{req} \leq A_{final}$
MY1	76.77	409.96	409.96	25.00 25.00	OK
MY2	113.01	411.69	411.69	25.00 25.00	OK
MY3	112.16	411.62	411.62	25.00 25.00	OK
MY4	59.37	409.87	409.87	25.00 25.00	OK

\*Tabla: Areas de sección mínima de columnas interna

Muro	$A_n$	$A_{cf}$	$A_{req}$	Sección Final	Verificación
	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	T (cm) D (cm)	$A_{req} \leq A_{final}$
MY1	121.91	273.31	273.31	25.00 25.00	OK
MY2	117.82	274.46	274.46	25.00 25.00	OK
MY3	117.97	274.42	274.42	25.00 25.00	OK
MY4	122.11	273.25	273.25	25.00 25.00	OK

E-070. Art. 27.3.a2

Determinación del refuerzo vertical: Diseño por corte-fricción y tracción

$$A_{sf} = \frac{V_c}{f_y * \mu * \phi}$$

$$A_{st} = \frac{T}{f_y * \phi}$$

$$\rightarrow A_s = A_{sf} + A_{st} \geq \frac{0.1 * f'c * A_c}{f_y}$$

$\phi = 0.85$

$\mu = 0.8$

- \*- Área de la columna (Ac) = 625.00 cm<sup>2</sup>
- \*- Área del núcleo de la columna (An) = 441.00 cm<sup>2</sup>
- \*- Área de acero mínimo (Amin) = 3.13 cm<sup>3</sup> uso de formula

\*Tabla: Refuerzo vertical de columnas extrema

Muro	Asf cm2	Ast cm2	As cm2	Arreglo	Asreal colocad	Verificación As<=Areal colocado
MY1	5.12	1.77	6.89	6 φ1/2"	7.74	OK
MY2	5.15	1.02	6.17	6 φ1/2"	7.74	OK
MY3	5.15	1.04	6.18	6 φ1/2"	7.74	OK
MY4	5.12	2.24	7.37	6 φ1/2"	7.74	OK

E-070.Art.27.3.a3

Determinación de estribos de confinamiento

$$s_1 = \frac{A_v * f_y}{0.3 * t_n * f'c * \left(\frac{A_c}{A_n} - 1\right)} \quad s_2 = \frac{A_v * f_y}{0.12 * t_n * f'c} \quad s_3 = \frac{d}{4} \geq 5cm \quad s_4 = 10cm$$

$\mu = 0.8$

- \*. Peralte de columna (d) = 22.00 cm
  - \*. Espesor de núcleo confinado (tn) = 21.00 cm
  - \*. Diametro varilla de estribos = φ 3/8"
  - \*. Área de corte en estribo (Av) = 1.42 cm2
  - \*. S1 = 10.80 cm
  - \*. S2 = 11.27 cm
  - \*. S3 = 5.50 cm
  - \*. S4 = 10.00 cm
  - \*. S a colocar = 5.00 cm
  - \*. Máximo 1.5d o 45cm = 45.00 cm
- Colocar

Usar φ 3/8" 9 @0.05 , 4 @0.1; resto @ 0.25

\*Tabla: Refuerzo vertical de columnas interna

Muro	Asf cm2	Ast cm2	As cm2	Arreglo	Asreal colocado	Verificación As<=Areal col
MY1	3.42	6.39	9.80	4 φ5/8"+2φ1/2"	10.58	OK
MY2	3.43	6.29	9.72	4 φ5/8"+2φ1/2"	10.58	OK
MY3	3.43	6.30	9.73	4 φ5/8"+2φ1/2"	10.58	OK
MY4	3.42	6.39	9.81	4 φ5/8"+2φ1/2"	10.58	OK

Vigas Soleras

E-070.Art.27.3.b

Fuerza de Tracción Pura  $T_s = V_{m1} \frac{L_m}{2L}$  →  $A_s = \frac{T_s}{\phi * f_y} \geq \frac{0.1 * f'c * A_d}{f_y}$   
 $\phi = 0.9$

- \*. Área de viga solera (As) = 1000.00 Sección 23x40 cm2
- \*. Acero mínimo requerido (As minv) = 5.00 cm2

\*Tabla: Refuerzo longitudinal de vigas soleras

Muro	Ts kgf	As cm2	Ascol cm2	Arreglo	Asreal colocad	Verificación As<=Areal colocado
MY1	19514.06	5.16	5.16	4 φ1/2"+2φ3/8"	6.50	OK
MY2	19596.48	5.18	5.18	4 φ1/2"+2φ3/8"	6.50	OK
MY3	19593.33	5.18	5.18	4 φ1/2"+2φ3/8"	6.50	OK
MY4	19509.97	5.16	5.16	4 φ1/2"+2φ3/8"	6.50	OK

## Anexo 4: Verificaciones del Diseño por el tipo de Análisis No Lineal

**UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN**

FACULTAD DE INGENIERIA ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**MODELO DE PLASTICIDAD TIPO FIBRA**

TESIS : TESISISTA : NORMA DE REFERENCIA :	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO Bach. Vega Bravo Greycy Carolyn ACI 318-19 NIST GCR 10-917-5
---	--

PLASTICIDAD EN EJES DE DIRECCION PREDOMINANTE: PUSHOVER XX

**Punto de Desempeño Sismo 475 años**

\*Cortante de Diseño (Fd) = 175.70 Tn

\*Desplazamiento Fd (m) = 0.013705 m

\* Step Fd = 26

**Punto de Desempeño Sismo 970 años**

\* Fuerza de Sismo máximo (Fm) = 457.17 Tn

\* Fuerza de Sismo máximo (Fm) = 0.154001 m

\* Step Fd = 308

**MODELO 1: EJE 2-2**

Sismo De Diseño

Sismo Máximo

**MODELO 2: EJE 4-4**

Sismo De Diseño

Sismo Máximo

\*Tabla: Resumen de los Puntos de Desempeño ETABS-Frames/Walls

	Dirección XX		A-IO		IO-LS		LS-CP		>CP	
	Fd (Tn)	d (m)	# Hinges	%	# Hinges	%	# Hinges	%	# Hinge	%
Modelo 1 S.Dis.	170.8848	0.013213	56	100%	0	0%	0	100%	0	0%
Modelo 2 S.Dis.	166.7001	0.012789	56	100%	0	0%	0	100%	0	0%
Modelo 1 S.Max.	456.5349	0.154593	16	29%	1	1.8%	39	70%	0	0%
Modelo 2 S.Max.	457.8182	0.153408	16	29%	2	3.6%	38	68%	0	0%

**PLASTICIDAD EN EJES DE DIRECCION PREDOMINANTE: PUSHOVER YY**

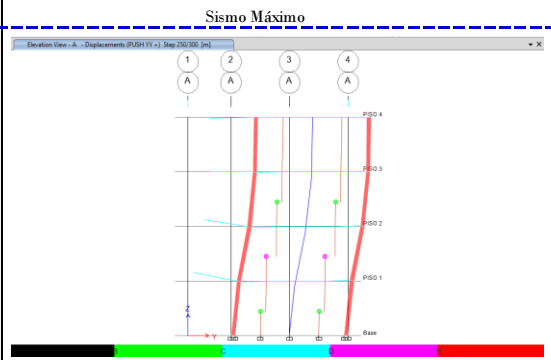
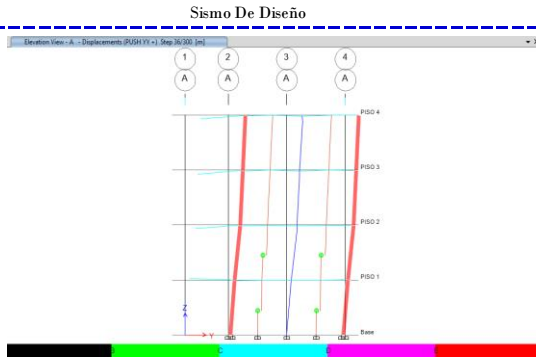
**Punto de Desempeño Sismo 475 años**

*Cortante de Diseño (Fd)	=	300.97 Tn
*Desplazamiento Fd (m)	=	0.010973 m
* Step Fd	=	36

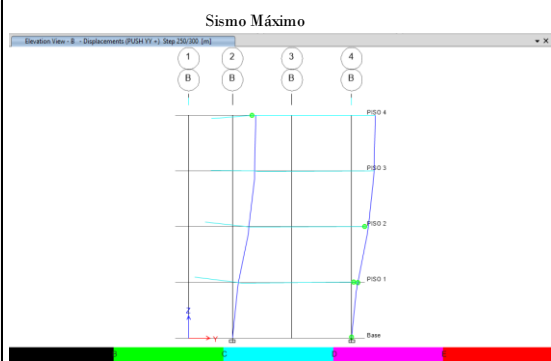
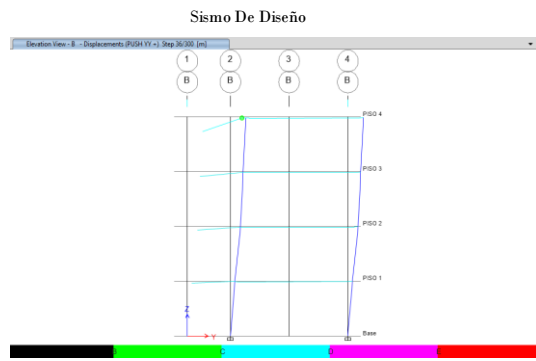
**Punto de Desempeño Sismo 970 años**

* Fuerza de Sismo máximo (Fm)	=	459.36 Tn
* Fuerza de Sismo máximo (Fm)	=	0.075403 m
* Step Fd	=	250

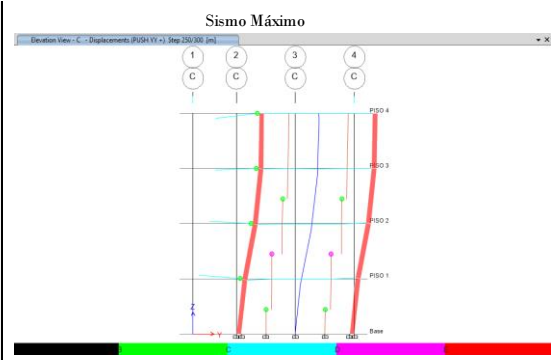
**MODELO 1: EJE A-A**



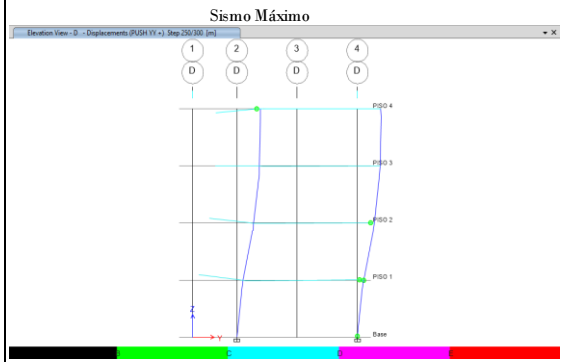
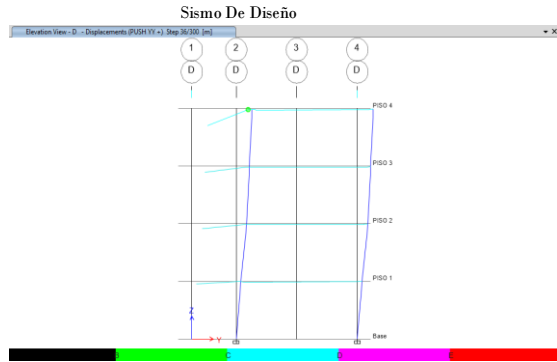
**MODELO 2: EJE B-B**



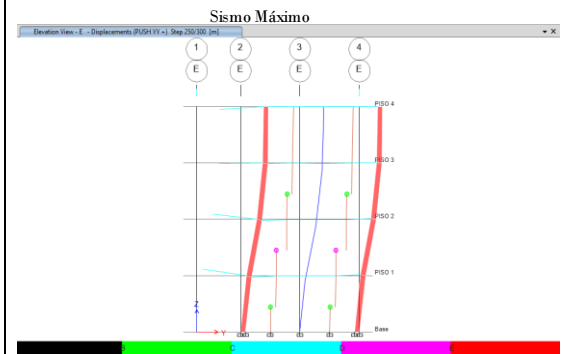
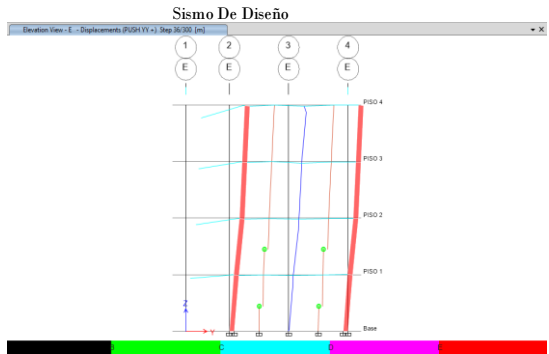
**MODELO 3: EJE C-C**



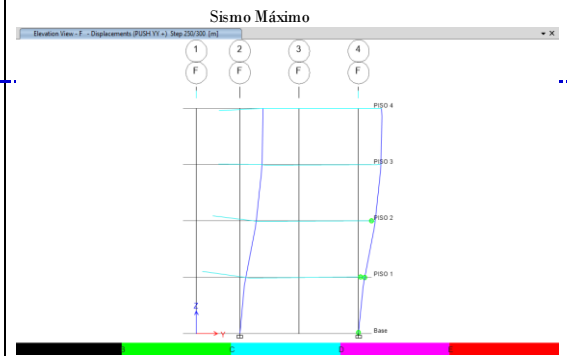
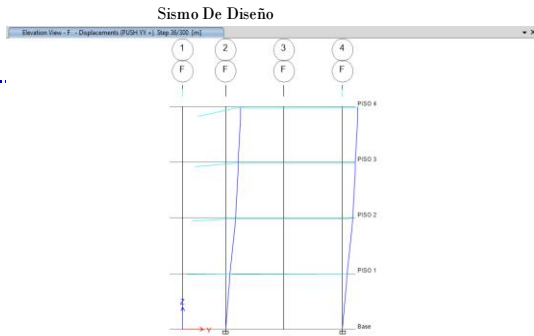
MODELO 4: EJE D-D



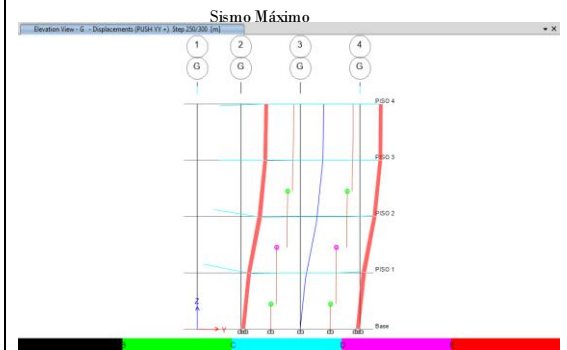
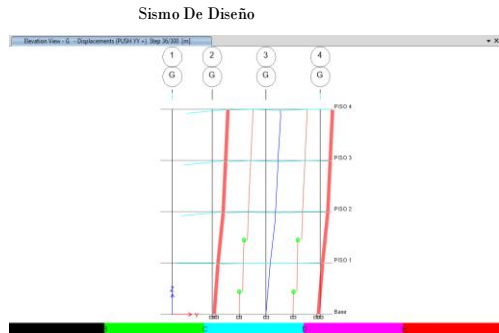
MODELO 5: EJE E-E



MODELO 6: EJE F-F



MODELO 7: EJE G-G





**INDICADORES LOCALES DE DESEMPEÑO**

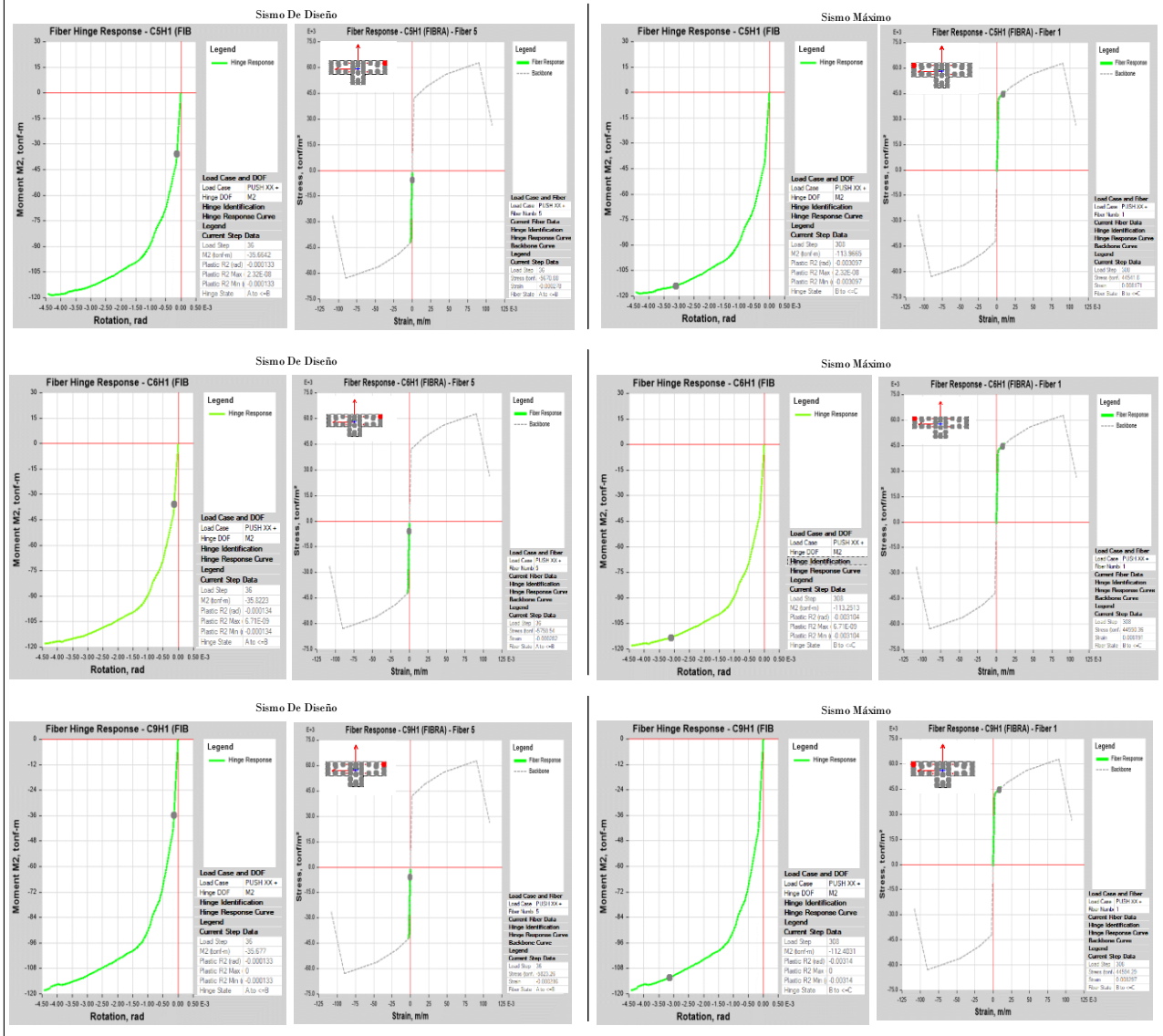
TESIS : APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL  
 TESISTA : Bach. Vega Bravo Greycy Carolyn  
 NORMA DE REFERENCIA : ATC 40

**INDICADORES LOCALES EN DIRECCION XX: ATC 40**

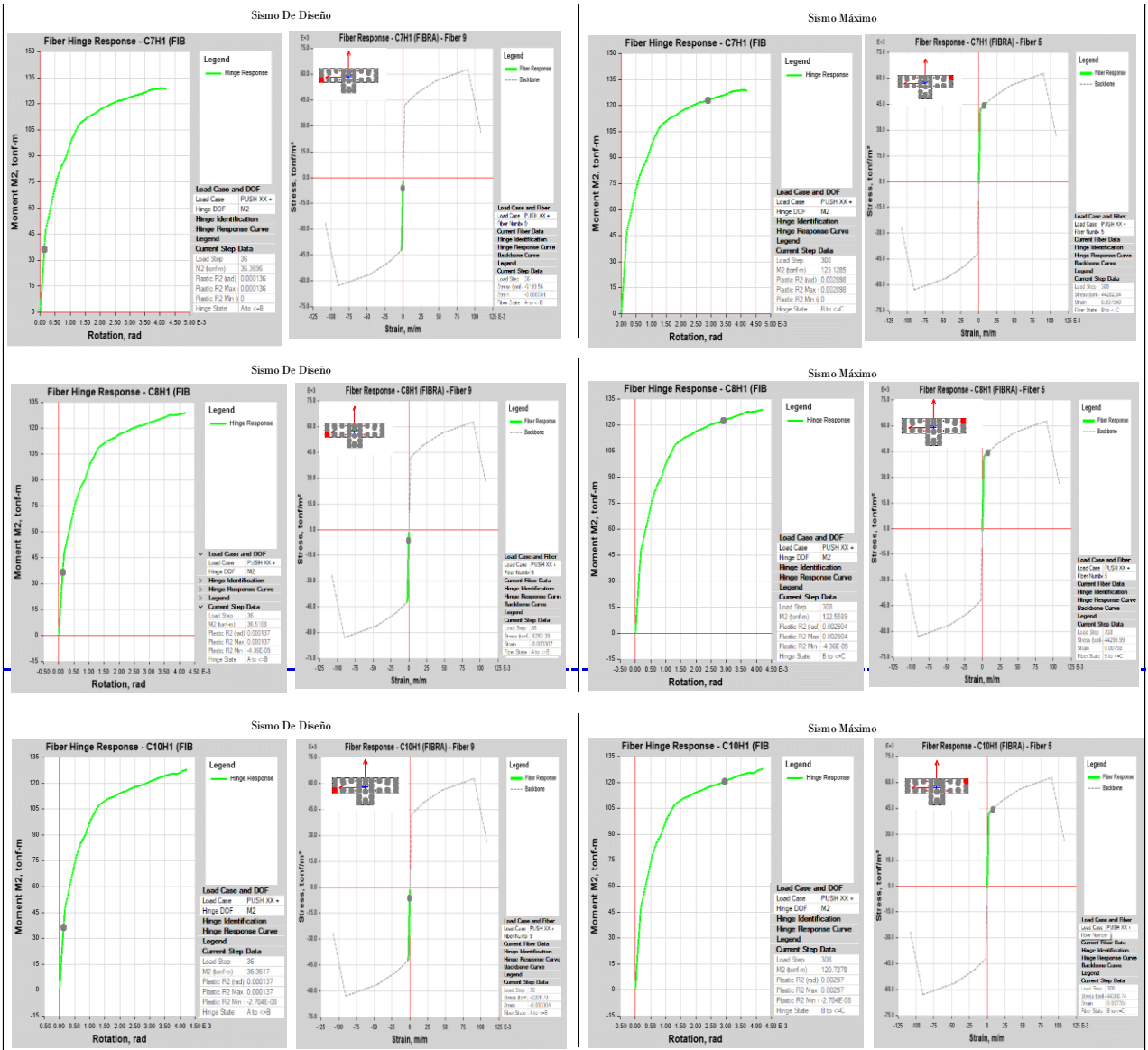
Estimación del daño en columnas

\*Tabla: Resumen de criterios de aceptación de Rotación Plastica en columnas de la Tabla 11-4.

Columna	Nivel	P (kg)	V (kg)	$\frac{P}{A_g f'_c}$	Reforz. Transv.	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$	NIVEL DE DESEMPEÑO (Sismo Max.)		
							Primario	IO - LS	LS - SS
C5	Primer Piso	-70850	11095	-0.0703	C	3.13	0.0031		
C6	Primer Piso	-53960	11350	-0.0535	C	3.20	0.0031		
C9	Primer Piso	-50720	11080	-0.0503	C	3.12	0.0031		
C7	Primer Piso	-100130	11920	-0.0993	C	3.36	0.0029		
C8	Primer Piso	-100320	12140	-0.0995	C	3.42	0.0029		
C10	Primer Piso	-99340	11860	-0.0986	C	3.34	0.0030		





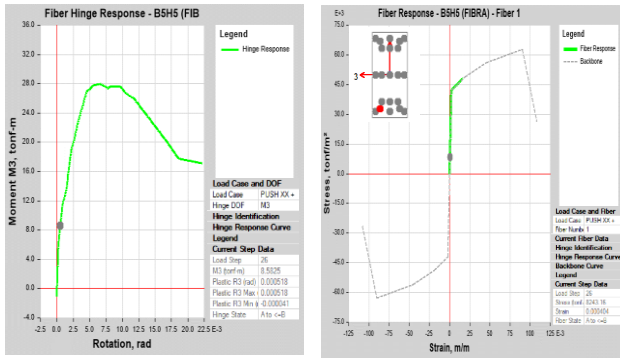


**Estimación del daño en vigas**

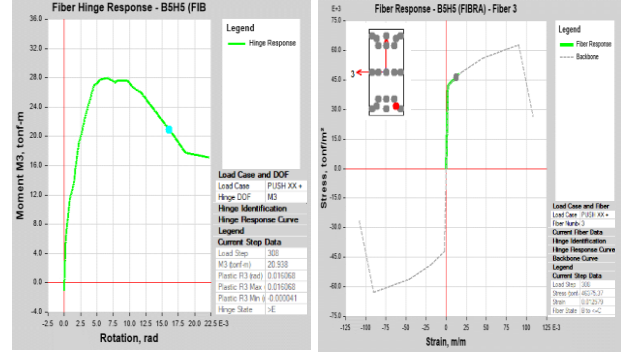
\*Tabla: Resumen de criterios de aceptación de Rotación Plástica en vigas de la Tabla 11-3.

Viga	Nivel	$\rho$	$\rho'$	V (kg)	$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f_c}}$	Reforz. Transv.	NIVEL DE DESEMPEÑO (Sismo Max.)		
								>10	10 - LS	LS - SS
B5	Tercer Piso	0.0119	0.0140	16190	-0.0747	3	C			0.0161
B6	Tercer Piso	0.0119	0.0140	16740	-0.0747	3	C			0.0182
B13	Tercer Piso	0.0119	0.0140	16650	-0.0747	3	C			0.0172
B28	Tercer Piso	0.0119	0.0140	16590	-0.0747	3	C			0.0181
B23	Tercer Piso	0.0119	0.0140	16600	-0.0747	3	C			0.0173
B9	Tercer Piso	0.0119	0.0140	15560	-0.0747	3	C			0.0166

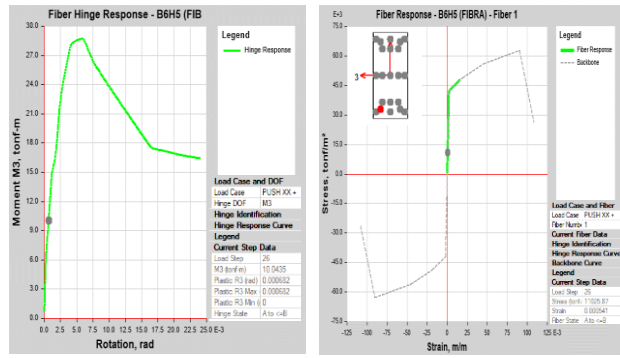
Sismo De Diseño



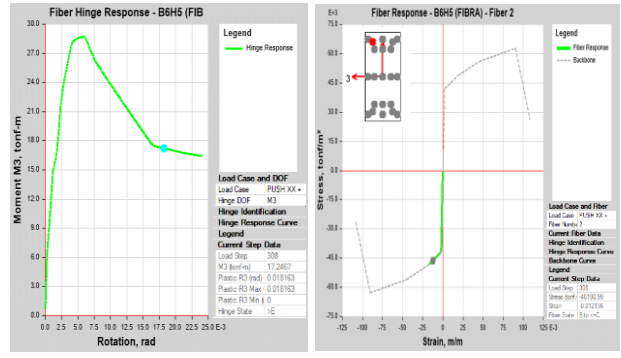
Sismo Máximo



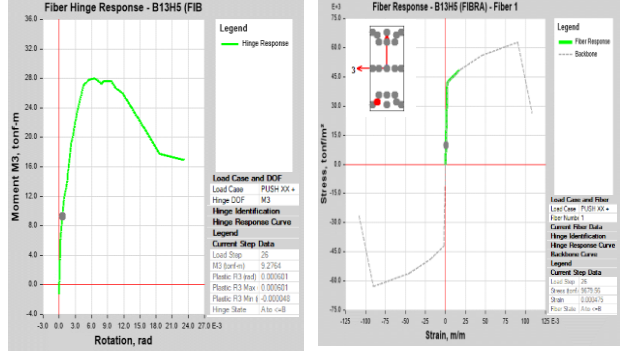
Sismo De Diseño



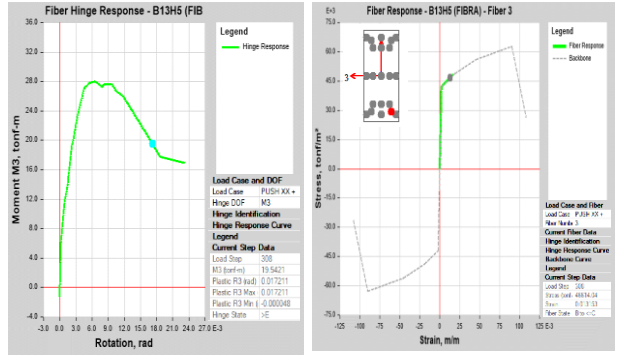
Sismo Máximo



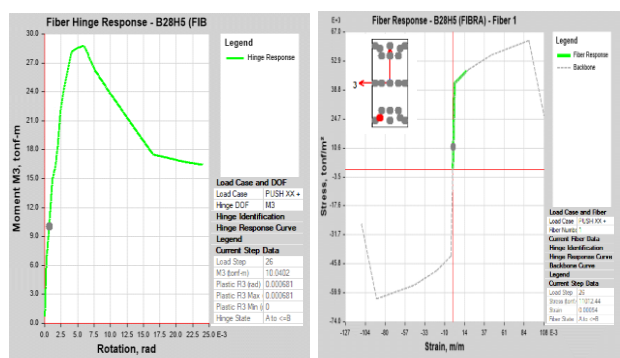
Sismo De Diseño



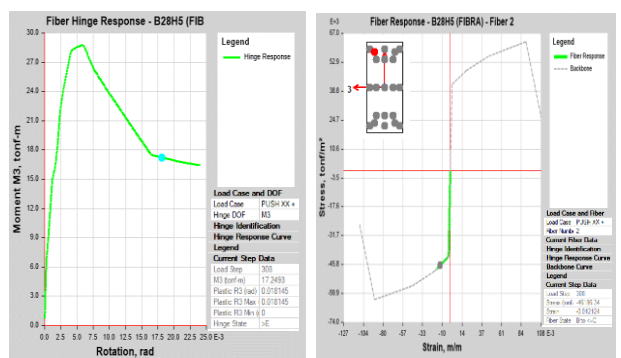
Sismo Máximo

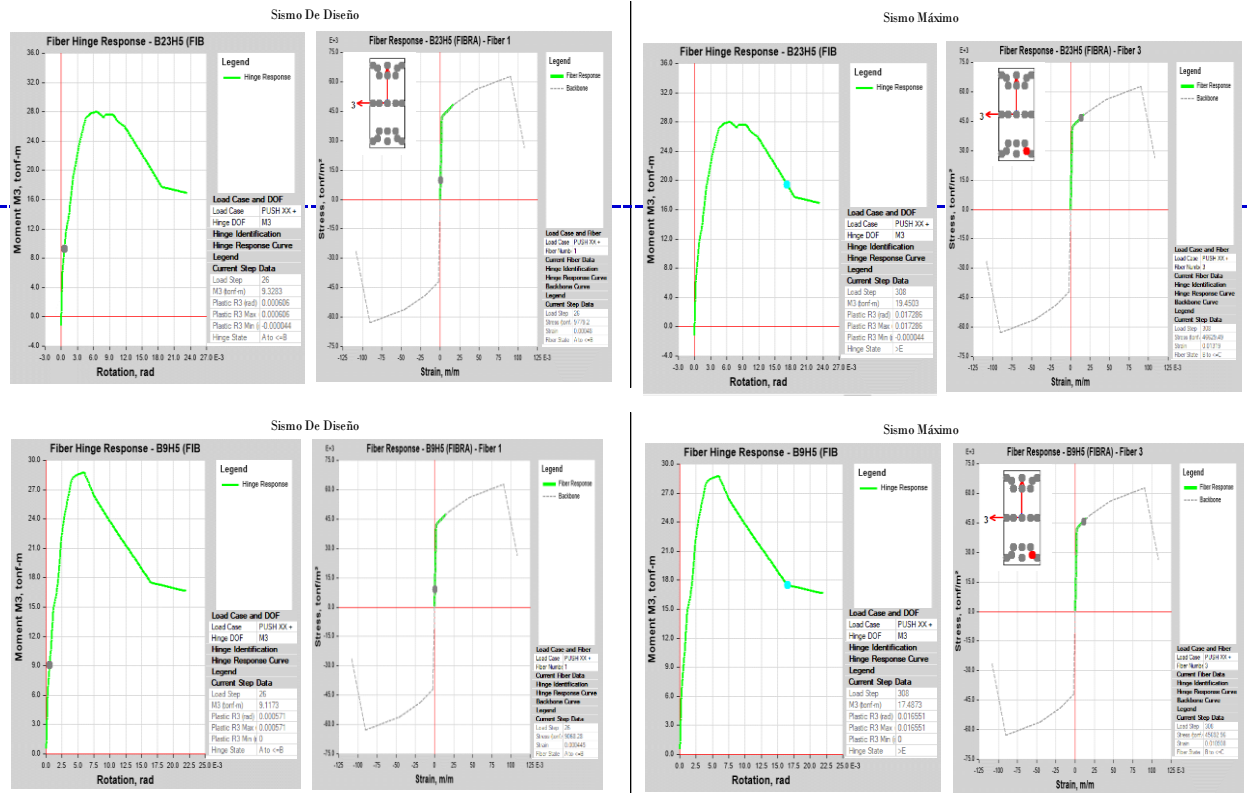


Sismo De Diseño



Sismo Máximo

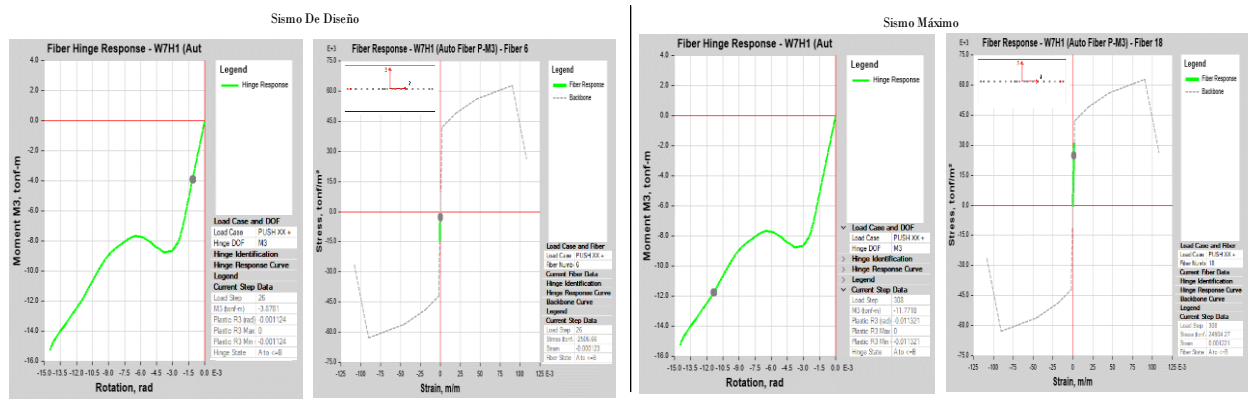




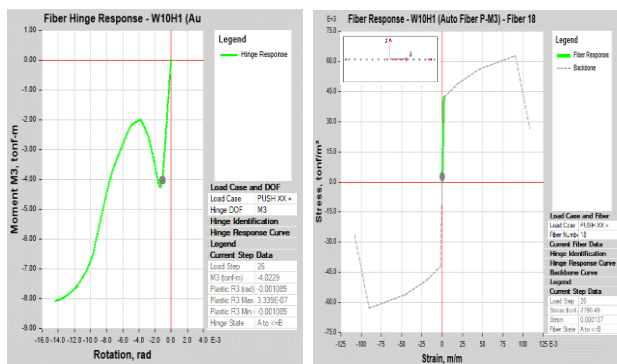
**Estimación del daño en placas**

\*Tabla: Resumen de criterios de aceptación de Rotación Plástica en placas de la Tabla 11-7.

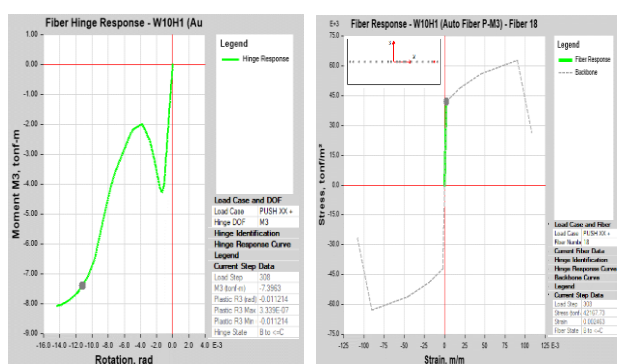
Placa	Nivel	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$A_s'$ (cm <sup>2</sup> )	P (kg)	V (kg)	$\frac{(A_s - A_s')f_y + P}{t_w l_w f_c}$	Reforz. Transv.	$\frac{V}{t_w l_w f_c}$	CRITERIO		NIVEL DE DESEMPEÑO (Sismo Max.)	
									>10	Primario	IO - IS	LS - SS
W7	Primer Piso	5.38	5.38	-3590	7759	-0.0847	C	1.16				0.0113
W10	Primer Piso	11.25	11.25	-36395	9587	-0.0867	C	1.44				0.0112
W11	Primer Piso	11.25	11.25	-36394	9587	-0.0867	C	1.44				0.0112
W22	Primer Piso	11.25	11.25	-36210	9615	-0.0862	C	1.44				0.0112
W23	Primer Piso	11.25	11.25	-36210	9615	-0.0862	C	1.44				0.0112
W18	Primer Piso	5.38	5.38	-10109	7440	-0.0241	C	1.12				0.0113



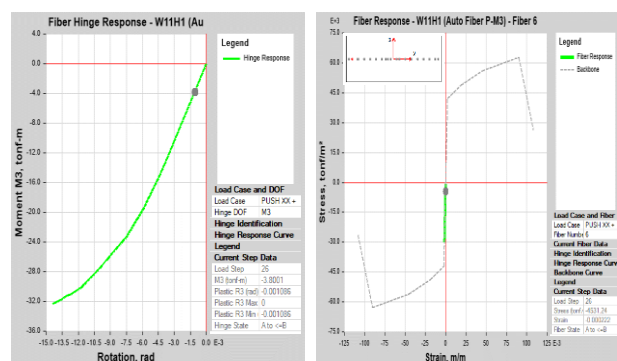
Sismo De Diseño



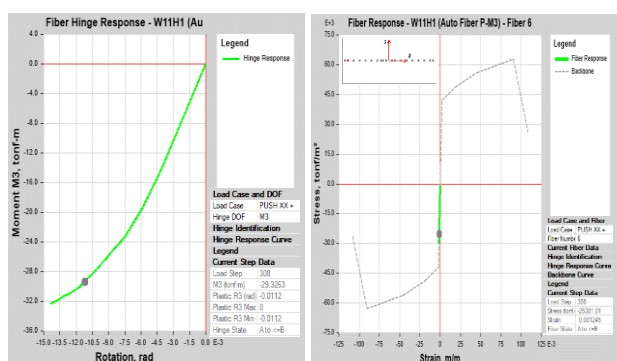
Sismo Máximo



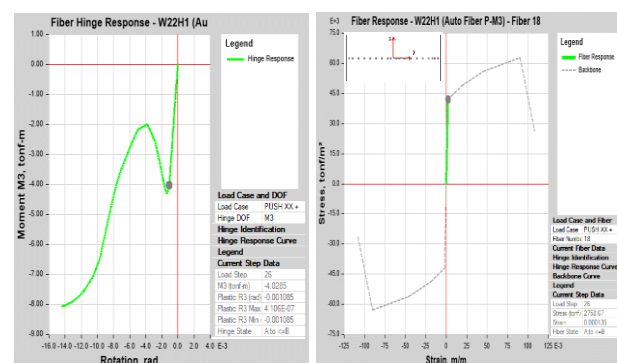
Sismo De Diseño



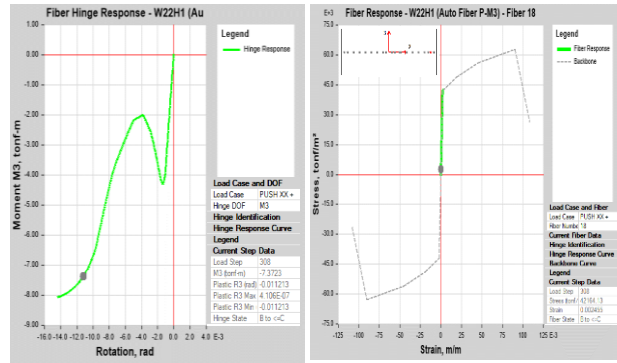
Sismo Máximo



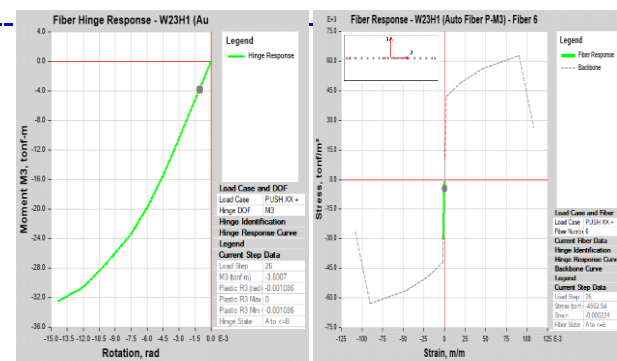
Sismo De Diseño



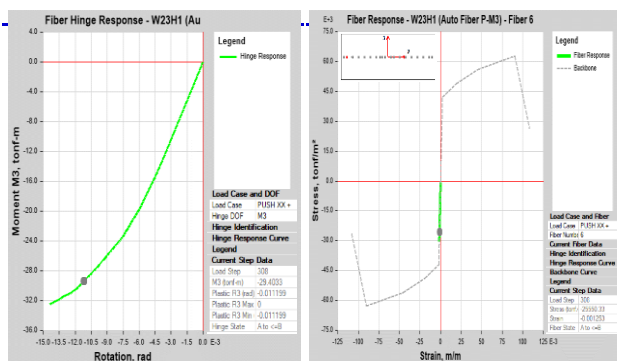
Sismo Máximo



Sismo De Diseño



Sismo Máximo



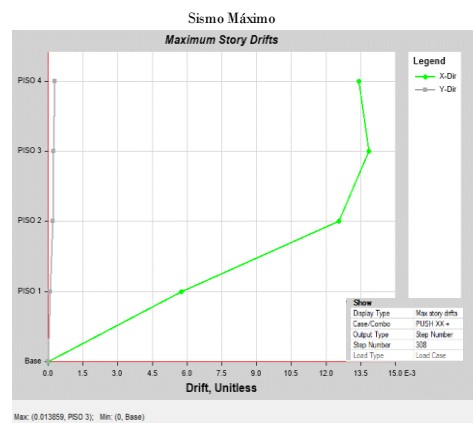
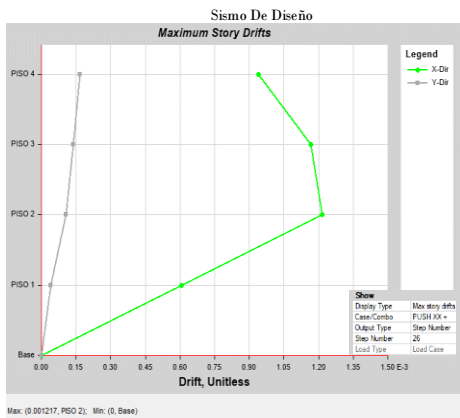


**INDICADORES GLOBALES DE DESEMPEÑO**

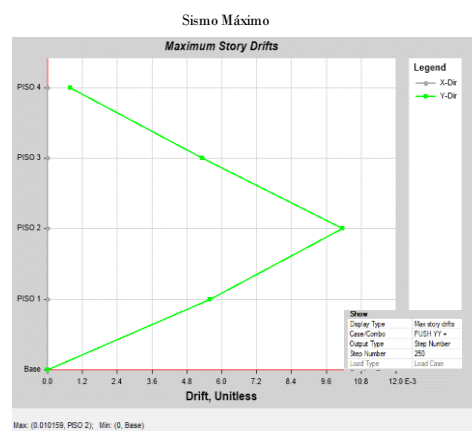
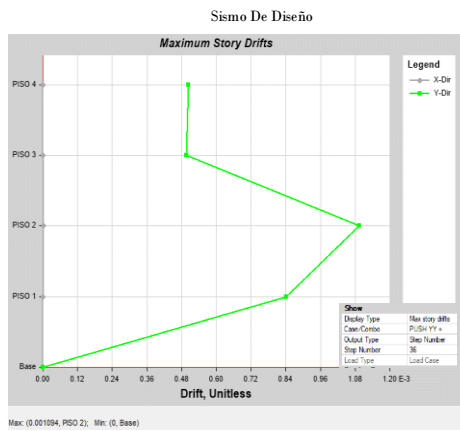
TESIS : APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN UN DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA MEDIANTE EL ANÁLISIS LINEAL Y NO LINEAL  
 TESISTA : Bach. Vega Bravo Greycy Carolyn  
 NORMA DE REFERENCIA : HAZUS 99

**INDICADOR GLOBAL : HAZUS 99**

**Dirección XX**



**Dirección YY**



\*Tabla: Resumen de parámetros de la curva de fragilidad para un código de diseño moderado Tabla 5.9b

		NIVEL DE DESEMPEÑO (Sismo Max.)			
Caso	Tipo	Altura (m)	Deriva máxima		
			Slight-Moderate	Moderate-Extensive	Extensive-Complete
PUSH XX	CIM/C2M	13.6		0.01385	
PUSH YY	URMM*	13.6			

\*Sistema Estructural no presenta clasificacion en códigos actuales

## Anexo 5: Implementación sistemática de las ndimensiones BIM

### 1.1.1 TRAZO, NIVELES Y REPLAN... X

<1.1.1 TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO>							
A	B	C	D	E	F	G	H
ITEM	NOMBRE	UNIDAD	LARGO	ANCHO	AREA	P.U.	PARCIAL
PABELLON A							
1.1.1	Top-11	m2	9.37	24.60	230.50	3.20	737.61
							737.61

### 1.2.1. EXCAVACIÓN DE ZANJAS... X

<1.2.1. EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y ZAPATAS h=1.50 y 1.10 m>						
A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL PRECIO
Sector 2						
1.2.1.	Excav. Zap.	EJE 2-2/A-G	m3	88.56 m³	56.56	5008.95
Sector 4						
1.2.1.	Excav. Zap.	EJE 4-4/A-G	m3	55.35 m³	56.56	3130.60
Sector A						
1.2.1.	Excav. Cim.	EJE A-A/2-4	m3	7.48 m³	48.48	362.84
Sector C						
1.2.1.	Excav. Cim.	EJE C-C/2-4	m3	9.36 m³	48.48	453.55
Sector E						
1.2.1.	Excav. Cim.	EJE E-E/2-4	m3	9.36 m³	48.48	453.55
Sector G						
1.2.1.	Excav. Cim.	EJE G-G/2-4	m3	7.48 m³	48.48	362.84
						9772.35

### 1.2.2. EXCAVACIÓN DE ZANJAS... X

<1.2.2. EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA MESAS DE LABORATORIO>						
A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL DE PRECIO
Sector 3						
1.2.2.	Excav. M	Aula Laborato	m3	0.05 m³	42.42	1.91
1.2.2.	Excav. M	Aula Laborato	m3	0.05 m³	42.42	1.91
1.2.2.	Excav. M	Aula Laborato	m3	0.05 m³	42.42	1.91
1.2.2.	Excav. M	Aula Laborato	m3	0.05 m³	42.42	1.91
1.2.2.	Excav. M	Aula Laborato	m3	0.05 m³	42.42	1.91
1.2.2.	Excav. M	Aula Laborato	m3	0.05 m³	42.42	1.91
						11.45



1.2.3. RELLENO MANUAL CON M... X

<1.2.3. RELLENO MANUAL CON MATERIAL DE PRESTAMO,C/ COMPACT.4 HP>						
A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL DE PRECIO
SECTOR 2						
1.2.3.	RELL. MAT. PREST	EJE 2-2/A-G	m3	31.13 m³	55.97	1742.19
SECTOR 4						
1.2.3.	RELL. MAT. PREST	EJE 4-4/A-G	m3	18.12 m³	55.97	1014.16
SECTOR A						
1.2.3.	RELL. MAT. PREST	EJE A-A/2-4	m3	2.72 m³	55.97	152.26
SECTOR C						
1.2.3.	RELL. MAT. PREST	EJE C-C/2-4	m3	3.57 m³	55.97	199.86
SECTOR E						
1.2.3.	RELL. MAT. PREST	EJE E-E/2-4	m3	3.57 m³	55.97	199.86
SECTOR G						
1.2.3.	RELL. MAT. PREST	EJE G-G/2-4	m3	2.72 m³	55.97	152.26
						3460.59

1.2.4. CORTE DE TERRENO HAST... X

<1.2.4. CORTE DE TERRENO HASTA NIVEL DE SUB RASANTE>						
A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	ÁREA	P.U.	TOTAL DE PRECIO
Sector Aula						
1.2.4.	Corte a Nivel	Aula	m2	36.57 m²	9.74	356.21
Sector Biblioteca						
1.2.4.	Corte a Nivel	Biblioteca	m2	35.72 m²	9.74	347.92
Sector Laboratorio						
1.2.4.	Corte a Nivel	Laboratorio	m2	28.32 m²	9.74	275.87
1.2.4.	Corte a Nivel	Laboratorio	m2	6.67 m²	9.74	64.99
1.2.4.	Corte a Nivel	Laboratorio	m2	0.23 m²	9.74	2.19
1.2.4.	Corte a Nivel	Laboratorio	m2	0.23 m²	9.74	2.19
1.2.4.	Corte a Nivel	Laboratorio	m2	0.23 m²	9.74	2.19
						1051.57

6+30%P.G. X

<1.3.1. FALSA ZAPATA MEZCLA 1:6+30%P.G.>						
A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL PRECIO
SECTOR 2						
1.3.1.	FALSA ZAPATA	EJE 2-2/A-G	m3	23.62 m³	281.44	6646.49
SECTOR 4						
1.3.1.	FALSA ZAPATA	EJE 4-4/A-G	m3	14.76 m³	281.44	4154.05
						10800.54

12 CEMENTO - HORMIGON X

<1.3.2. SOLADO 1:12 CEMENTO - HORMIGON>

A	B	C	D	E	F	G	H
ITEM	NOMBRE	UNIDAD	LARGO	ANCHO	AREA	P.U.	TOTAL PRECIO
SECTOR A							
1.3.2	SOLADO	m2	5.67	1.20	6.80	28.66	195.00
SECTOR C							
1.3.2	SOLADO	m2	5.67	1.50	8.51	28.66	243.75
SECTOR E							
1.3.2	SOLADO	m2	5.67	1.50	8.51	28.66	243.75
SECTOR G							
1.3.2	SOLADO	m2	5.67	1.20	6.80	28.66	195.00
							877.51

1.3.3. CIMIENTO CORRIDO CON... X

<1.3.3. CIMIENTO CORRIDO CONCRETO F'C 100  
KG/CM2>

A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	PRECIO TOTAL
SECTOR A						
1.3.3	CC-1	EJE A-A/2-4	m3	3.40 m <sup>3</sup>	291.71	992.40
SECTOR C						
1.3.3	CC-2	EJE C-C/2-4	m3	4.25 m <sup>3</sup>	291.71	1240.50
SECTOR E						
1.3.3	CC-2	EJE E-E/2-4	m3	4.25 m <sup>3</sup>	291.71	1240.50
SECTOR G						
1.3.3	CC-1	EJE G-G/2-4	m3	3.40 m <sup>3</sup>	291.71	992.40
						4465.79



1.3.4. CONCRETO F'C 175 KG/CM2 X

<1.3.4. CONCRETO F'C 175 KG/CM2>

A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL DE PRECIO
<b>1° Nivel</b>						
<b>Laborat.</b>						
1.3.4	Soporte de	Laboratorio	m3	0.17 m³	291.35	48.07
1.3.4	Soporte de	Laboratorio	m3	0.17 m³	291.35	48.07
1.3.4	Soporte de	Laboratorio	m3	0.17 m³	291.35	48.07
1.3.4	Soporte de	Laboratorio	m3	0.17 m³	291.35	48.07
1.3.4	Soporte de	Laboratorio	m3	0.17 m³	291.35	48.07
1.3.4	Soporte de	Laboratorio	m3	0.17 m³	291.35	48.07
1.3.4	Losa superi	Laboratorio	m3	0.30 m³	291.35	87.41
1.3.4	Losa superi	Laboratorio	m3	0.30 m³	291.35	87.41
<b>Sector 1</b>						
1.3.4	Viga Conf.	EJE 1-1/A-B	m3	0.06 m³	291.56	17.38
1.3.4	Viga Conf.	EJE 1-1/B-C	m3	0.06 m³	291.56	17.38
1.3.4	Viga Conf.	EJE 1-1/C-D	m3	0.06 m³	291.56	17.38
1.3.4	Viga Conf.	EJE 1-1/D-E	m3	0.06 m³	291.56	17.38
1.3.4	Viga Conf.	EJE 1-1/E-F	m3	0.06 m³	291.56	17.38
1.3.4	Viga Conf.	EJE 1-1/F-G	m3	0.06 m³	291.56	17.38
<b>Sector 2</b>						
1.3.4	Columneta	EJE 2-2/A-B	m3	0.04 m³	274.88	10.72
1.3.4	Columneta	EJE 2-2/A-B	m3	0.04 m³	274.88	10.72
1.3.4	Columneta	EJE 2-2/C-D	m3	0.04 m³	274.88	10.72
1.3.4	Columneta	EJE 2-2/C-D	m3	0.04 m³	274.88	10.72
1.3.4	Columneta	EJE 2-2/E-F	m3	0.04 m³	274.88	10.72
1.3.4	Columneta	EJE 2-2/E-F	m3	0.04 m³	274.88	10.72
1.3.4	Columneta	EJE 2-2/B-C	m3	0.04 m³	274.88	10.72
1.3.4	Columneta	EJE 2-2/B-C	m3	0.04 m³	274.88	10.72
1.3.4	Columneta	EJE 4-4/C-D	m3	0.05 m³	274.88	13.19
1.3.4	Columneta	EJE 4-4/E-F	m3	0.05 m³	274.88	13.19
1.3.4	Columneta	EJE 4-4/E-F	m3	0.05 m³	274.88	13.19
1.3.4	Columneta	EJE 4-4/B-C	m3	0.05 m³	274.88	13.19
1.3.4	Columneta	EJE 4-4/D-E	m3	0.05 m³	274.88	13.19
1.3.4	Columneta	EJE 4-4/F-G	m3	0.05 m³	274.88	13.19
1.3.4	Columneta	EJE 4-4/F-G	m3	0.05 m³	274.88	13.19
1.3.4	Columneta	EJE 4-4/D-E	m3	0.05 m³	274.88	13.19
1.3.4	Columneta	EJE 4-4/B-C	m3	0.05 m³	274.88	13.19
1.3.4	Parapeto	EJE 4-4/A-G	m3	0.94 m³	564.07	531.35
<b>Sector A</b>						
1.3.4	Parapeto	EJE A-A/1-4	m3	0.43 m³	564.07	240.29
1.3.4	Viga Conf.	EJE A-A/1-2	m3	0.06 m³	291.56	17.88
<b>Sector G</b>						
1.3.4	Parapeto	EJE G-G/1-4	m3	0.42 m³	564.07	238.04
1.3.4	Viga Conf.	EJE G-G/1-2	m3	0.06 m³	291.56	17.88
						4808.70

H e=4"

X

<1.3.5. FALSO PISO MEZCLA 1:8 C:H e=4">

A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMB	REFERENCIA	UNIDAD	ÁREA	P.U.	TOTAL DE PRECIO
SECTO AULA						
1.3.5.	FP-A	Aula	m3	55.82 m <sup>2</sup>	37.63	2100.41
SECTOR BIBLIOTECA						
1.3.5.	FP-B	Biblioteca	m3	55.82 m <sup>2</sup>	37.63	2100.41
SECTOR LABORATORIO						
1.3.5.	FP-A	Laboratorio	m3	19.45 m <sup>2</sup>	37.63	731.72
1.3.5.	FP-A	Laboratorio	m3	14.38 m <sup>2</sup>	37.63	541.01
1.3.5.	FP-A	Laboratorio	m3	14.18 m <sup>2</sup>	37.63	533.64
1.3.5.	FP-A	Laboratorio	m3	7.12 m <sup>2</sup>	37.63	267.99
						6275.18

H + 25 P.M.

X

<1.3.6. SOBRECIMIENTO 1:8 C:H + 25 P.M.>

A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL DE PRECIO
Sector 2						
1.3.6	Sobrecim.	EJE 2-2/A-B	m3	0.12 m <sup>3</sup>	314.95	37.55
1.3.6	Sobrecim.	EJE 2-2/C-D	m3	0.12 m <sup>3</sup>	314.95	37.55
1.3.6	Sobrecim.	EJE 2-2/B-C	m3	0.07 m <sup>3</sup>	314.95	22.32
1.3.6	Sobrecim.	EJE 2-2/D-E	m3	0.07 m <sup>3</sup>	314.95	22.32
1.3.6	Sobrecim.	EJE 2-2/E-F	m3	0.12 m <sup>3</sup>	314.95	37.55
1.3.6	Sobrecim.	EJE 2-2/F-G	m3	0.07 m <sup>3</sup>	314.95	22.32
Sector 4						
1.3.6	Sobrecim.	EJE 4-4/A-B	m3	0.12 m <sup>3</sup>	314.95	37.55
1.3.6	Sobrecim.	EJE 4-4/C-D	m3	0.12 m <sup>3</sup>	314.95	37.55
1.3.6	Sobrecim.	EJE 4-4/B-C	m3	0.12 m <sup>3</sup>	314.95	37.55
1.3.6	Sobrecim.	EJE 4-4/D-E	m3	0.12 m <sup>3</sup>	314.95	37.91
1.3.6	Sobrecim.	EJE 4-4/E-F	m3	0.12 m <sup>3</sup>	314.95	37.55
1.3.6	Sobrecim.	EJE 4-4/F-G	m3	0.12 m <sup>3</sup>	314.95	37.55
Sector A						
1.3.6	Sobrecim.	EJE A-A/3-2	m3	0.24 m <sup>3</sup>	314.95	76.53
1.3.6	Sobrecim.	EJE A-A/4-3	m3	0.24 m <sup>3</sup>	314.95	76.53
Sector C						
1.3.6	Sobrecim.	EJE C-C/3-2	m3	0.24 m <sup>3</sup>	314.95	76.53
1.3.6	Sobrecim.	EJE C-C/4-3	m3	0.24 m <sup>3</sup>	314.95	76.53
Sector E						
1.3.6	Sobrecim.	EJE E-E/3-2	m3	0.24 m <sup>3</sup>	314.95	76.53
1.3.6	Sobrecim.	EJE E-E/4-3	m3	0.24 m <sup>3</sup>	314.95	76.53
Sector G						
1.3.6	Sobrecim.	EJE G-G/3-2	m3	0.24 m <sup>3</sup>	314.95	76.53
1.3.6	Sobrecim.	EJE G-G/4-3	m3	0.24 m <sup>3</sup>	314.95	76.53
						1017.49

1.4.1. ZAPATA CORRIDA CONCR... X

<1.4.1. ZAPATA CORRIDA CONCRETO F'C 245 KG/CM2>

A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL PRECIO
SECTOR 2						
1.4.1.	ZC - 1	EJE 2-2/A-G	m3	29.52 m³	422.34	12467.48
SECTOR 4						
1.4.1.	ZC - 2	EJE 4-4/A-G	m3	18.45 m³	422.34	7792.17
						20259.65

1.4.2. VIGA DE CIMENTACION C... X

<1.4.2. VIGA DE CIMENTACION CONCRETO F'C 245>

A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL PRECIO
SECTOR 2						
1.4.2.	VC-1	EJE 2-2/A-B	m3	0.41 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-1	EJE 2-2/B-C	m3	0.41 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-1	EJE 2-2/C-D	m3	0.41 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-1	EJE 2-2/D-E	m3	0.40 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-1	EJE 2-2/E-F	m3	0.41 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-1	EJE 2-2/F-G	m3	0.41 m³	275.09	111.41
SECTOR 4						
1.4.2.	VC-1	EJE 4-4/A-B	m3	0.41 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-1	EJE 4-4/B-C	m3	0.41 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-1	EJE 4-4/C-D	m3	0.41 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-1	EJE 4-4/D-E	m3	0.40 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-1	EJE 4-4/E-F	m3	0.41 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-1	EJE 4-4/F-G	m3	0.41 m³	275.09	111.41
SECTOR A						
1.4.2.	VC-2	EJE A-A/2-3	m3	0.40 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-2	EJE A-A/3-4	m3	0.41 m³	275.09	111.41
SECTOR C						
1.4.2.	VC-2	EJE C-C/2-3	m3	0.40 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-2	EJE C-C/3-4	m3	0.40 m³	275.09	111.41
SECTOR E						
1.4.2.	VC-2	EJE E-E/2-3	m3	0.40 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-2	EJE E-E/3-4	m3	0.40 m³	275.09	111.41
SECTOR G						
1.4.2.	VC-2	EJE G-G/2-3	m3	0.40 m³	275.09	111.41
1.4.2.	VC-2	EJE G-G/3-4	m3	0.41 m³	275.09	111.41
						2228.23

1.4.3. ACERO FY = 4200 KG/CM2... X

<1.4.3. ACERO FY = 4200 KG/CM2 PARA ZAPATAS>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDA	Ø	# B.	@ (cm)	LONG. B.	LONG. TOT. B. (m)	KG	P.U.	TOTAL DE PRECIO
<b>Sector 2</b>											
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 2-2/A-C	kg	5/8"	10	11	9.00	90.00	139.68	6.27	875.79
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 2-2/A-G	kg	5/8"	118	21	2.67	315.06	488.97	6.27	3065.86
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 2-2/A-C	kg	5/8"	8	12	9.00	72.00	111.74	6.27	700.63
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 2-2/C-E	kg	5/8"	8	12	8.67	69.36	107.65	6.27	674.94
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 2-2/C-E	kg	5/8"	10	11	8.68	86.80	134.71	6.27	844.65
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 2-2/E-G	kg	5/8"	10	11	9.00	90.00	139.68	6.27	875.79
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 2-2/E-G	kg	5/8"	8	12	9.00	72.00	111.74	6.27	700.63
<b>Sector 4</b>											
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 4-4/A-G	kg	5/8"	118	21	1.77	208.86	324.15	6.27	2032.43
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 4-4/A-C	kg	5/8"	4	13	9.00	36.00	55.87	6.27	350.32
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 4-4/C-E	kg	5/8"	4	13	8.67	34.68	53.82	6.27	337.47
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 4-4/E-G	kg	5/8"	4	13	9.00	36.00	55.87	6.27	350.32
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 4-4/A-C	kg	5/8"	4	13	9.00	36.00	55.87	6.27	350.32
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 4-4/C-E	kg	5/8"	4	13	8.67	34.68	53.82	6.27	337.47
1.4.3.	Ac. Zap.	Eje 4-4/E-G	kg	5/8"	4	13	9.00	36.00	55.87	6.27	350.32
									1889.47	11846.96	

1.4.4. ACERO FY = 4200 KG/CM2... X

<1.4.4. ACERO FY = 4200 KG/CM2 PARA VIGAS DE CIMENTACION>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UND	Ø	# B.	@ (cm)	LONG. B.	kg	P.U.	TOTAL DE PRECIO
<b>Sector 2</b>										
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/A-B	kg	3/8"	1		2.42 m	1.36	6.27	8.50
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/A-C	kg	3/4"	1		9.25 m	20.67	6.27	129.62
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/A-C	kg	3/4"	1		9.25 m	20.67	6.27	129.62
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/A-C	kg	3/4"	1		9.25 m	20.67	6.27	129.62
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/A-C	kg	3/4"	1		9.25 m	20.67	6.27	129.62
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/A-C	kg	3/4"	1		9.25 m	20.67	6.27	129.62
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/A-C	kg	3/8"	1		9.00 m	5.04	6.27	31.60
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/A-C	kg	3/8"	1		9.00 m	5.04	6.27	31.60
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/A-C	kg	3/8"	1		9.00 m	5.04	6.27	31.60
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/A-C	kg	3/8"	1		9.00 m	5.04	6.27	31.60
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/A-B	kg	3/8"	5	10 cm	2.42 m	6.78	6.27	42.49
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/A-B	kg	3/8"	6	25 cm	2.42 m	8.13	6.27	50.98
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/A-B	kg	3/8"	1		2.42 m	1.36	6.27	8.50
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/A-B	kg	3/8"	5	10 cm	2.42 m	6.78	6.27	42.49
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/B-C	kg	3/8"	1		2.42 m	1.36	6.27	8.50
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/B-C	kg	3/8"	5	10 cm	2.42 m	6.78	6.27	42.49
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/B-C	kg	3/8"	6	25 cm	2.42 m	8.13	6.27	50.98
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/B-C	kg	3/8"	1		2.42 m	1.36	6.27	8.50
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/B-C	kg	3/8"	5	10 cm	2.42 m	6.78	6.27	42.49
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/E-G	kg	3/4"	1		9.24 m	20.65	6.27	129.48
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/E-G	kg	3/4"	1		9.24 m	20.65	6.27	129.48
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/E-G	kg	3/4"	1		8.02 m	17.92	6.27	112.39
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/E-G	kg	3/4"	1		8.02 m	17.92	6.27	112.39
1.4.4.	Ac.Long.V.C.	Eje 2-2/E-G	kg	3/4"	1		9.24 m	20.65	6.27	129.48
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/F-G	kg	3/8"	1		2.42 m	1.36	6.27	8.50
1.4.4.	Ac.Trans.V.C.	Eje 2-2/F-G	kg	3/8"	5	10 cm	2.42 m	6.78	6.27	42.49



1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/4-3	kg	3/8"	1		1.30 m	0.73	6.27	4.56
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/4-3	kg	3/8"	5	10 cm	1.30 m	3.64	6.27	22.82
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/4-3	kg	3/8"	9	25 cm	1.30 m	6.55	6.27	41.08
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/3-4	kg	3/8"	1		1.30 m	0.73	6.27	4.56
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/3-4	kg	3/8"	5	10 cm	1.30 m	3.64	6.27	22.82
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/3-4	kg	3/8"	1		1.30 m	0.73	6.27	4.56
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/3-4	kg	3/8"	5	10 cm	1.30 m	3.64	6.27	22.82
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/3-4	kg	3/8"	9	25 cm	1.30 m	6.55	6.27	41.08
Sector G										
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/4-3	kg	3/8"	1		1.30 m	0.73	6.27	4.56
1.4.4	Ac.Long.V.C.	Eje A-A/2-4	kg	5/8"	1		8.22 m	12.76	6.27	79.99
1.4.4	Ac.Long.V.C.	Eje A-A/2-4	kg	5/8"	1		8.22 m	12.76	6.27	79.99
1.4.4	Ac.Long.V.C.	Eje A-A/2-4	kg	5/8"	1		8.26 m	12.82	6.27	80.38
1.4.4	Ac.Long.V.C.	Eje A-A/2-4	kg	5/8"	1		8.26 m	12.82	6.27	80.38
1.4.4	Ac.Long.V.C.	Eje A-A/2-4	kg	5/8"	1		8.26 m	12.82	6.27	80.38
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/4-3	kg	3/8"	5	10 cm	1.30 m	3.64	6.27	22.82
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/4-3	kg	3/8"	1		1.30 m	0.73	6.27	4.56
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/4-3	kg	3/8"	5	10 cm	1.30 m	3.64	6.27	22.82
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/4-3	kg	3/8"	9	25 cm	1.30 m	6.55	6.27	41.08
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/3-4	kg	3/8"	1		1.30 m	0.73	6.27	4.56
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/3-4	kg	3/8"	5	10 cm	1.30 m	3.64	6.27	22.82
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/3-4	kg	3/8"	1		1.30 m	0.73	6.27	4.56
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/3-4	kg	3/8"	5	10 cm	1.30 m	3.64	6.27	22.82
1.4.4	Ac.Trans.V.C.	Eje A-A/3-4	kg	3/8"	9	25 cm	1.30 m	6.55	6.27	41.08
									1410.44	8843.48

1.4.5. ACERO FY = 4200 KG/CM2... X

<1.4.5. ACERO FY = 4200 KG/CM2 PARA COLUMNAS>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UND	Ø	#B.	@(cm)	LONG.B.	kg	P.U.	TOTAL DE PRECIO
1-4° Nivel										
Sector 2										
1.4.5	Ac.Trans.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	3/8"	7	8	1.32 m	0.74	6.27	4.63
1.4.5	Ac.Trans.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	3/8"	7	8	1.82 m	1.02	6.27	6.39
1.4.5	Ac.Trans.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	3/8"	7	8	1.82 m	1.02	6.27	6.39
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	4	15	6.96 m	10.80	6.27	67.73
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	3	15	6.95 m	10.79	6.27	67.67
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	1		6.96 m	10.80	6.27	67.73
1.4.5	Ac.Trans.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	3/8"	7	8	0.29 m	0.16	6.27	1.02
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	1		6.95 m	10.79	6.27	67.67
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	4	15	6.95 m	10.79	6.27	67.65
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	3	15	6.95 m	10.79	6.27	67.65
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	1		6.96 m	10.80	6.27	67.73
1.4.5	Ac.Trans.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	3/8"	7	8	0.29 m	0.16	6.27	1.02
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	1		6.96 m	10.80	6.27	67.69
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	2	10	6.98 m	10.83	6.27	67.91
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	1		6.94 m	10.76	6.27	67.49
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	2	10	6.98 m	10.83	6.27	67.89
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	1		6.94 m	10.77	6.27	67.51
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	1		6.95 m	10.79	6.27	67.67
1.4.5	Ac.Long.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	5/8"	1		6.95 m	10.79	6.27	67.67
1.4.5	Ac.Trans.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	3/8"	7	8	0.49 m	0.27	6.27	1.72
1.4.5	Ac.Trans.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	3/8"	14	8	1.32 m	0.74	6.27	4.63
1.4.5	Ac.Trans.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	3/8"	14	8	1.82 m	1.02	6.27	6.39
1.4.5	Ac.Trans.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	3/8"	14	8	1.82 m	1.02	6.27	6.39
1.4.5	Ac.Trans.Col.T.	Eje 2-2/B-B	kg	3/8"	14	8	0.29 m	0.16	6.27	1.02

1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	4	25	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	9	5	0.82 m	0.46	6.27	2.87	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	9	5	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	4	10	0.82 m	0.46	6.27	2.87	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	4	10	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	9	5	0.82 m	0.46	6.27	2.87	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	9	5	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	4	10	0.82 m	0.46	6.27	2.87	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	4	10	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	4	25	0.82 m	0.46	6.27	2.87	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	4	25	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	9	5	0.82 m	0.46	6.27	2.87	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	9	5	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	4	10	0.82 m	0.46	6.27	2.87	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	4	10	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	2	15	0.82 m	0.46	6.27	2.87	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	2	15	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	2	15	0.82 m	0.46	6.27	2.87	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	2	15	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	2	15	0.82 m	0.46	6.27	2.87	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	2	15	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	3	10	0.82 m	0.46	6.27	2.87	
1.4.5.	Ac. Trans. Col	Eje G-G/3-3	kg	3/8"	3	10	0.29 m	0.16	6.27	1.02	
							3733.4	23408.91			

1.4.6. ACERO FY = 4200 KG/CM2... X

<1.4.6. ACERO FY = 4200 KG/CM2 PARA VIGAS>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UND	Ø	#B.	@ (cm)	LONG.B	LONG.TOT.B	kg	P.U.	TOTAL DE PRE
1° Nivel											
Sector 1											
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	1		0.94 m	0.94 m	0.53	6.27	3.30
1.4.6.	Ac.Long.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	1/2"	1		9.00 m	9.00 m	8.95	6.27	56.09
1.4.6.	Ac.Long.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	1/2"	1		8.99 m	8.99 m	8.94	6.27	56.03
1.4.6.	Ac.Long.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	1/2"	1		9.00 m	9.00 m	8.95	6.27	56.09
1.4.6.	Ac.Long.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	1/2"	1		9.00 m	9.00 m	8.95	6.27	56.09
1.4.6.	Ac.Long.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	1/2"	1		7.19 m	7.19 m	7.15	6.27	44.81
1.4.6.	Ac.Long.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	1/2"	1		7.19 m	7.19 m	7.15	6.27	44.81
1.4.6.	Ac.Long.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	1/2"	1		7.19 m	7.19 m	7.15	6.27	44.81
1.4.6.	Ac.Long.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	1/2"	1		7.19 m	7.19 m	7.15	6.27	44.81
1.4.6.	Ac.Long.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	1/2"	1		9.00 m	9.00 m	8.95	6.27	56.09
1.4.6.	Ac.Long.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	1/2"	1		9.00 m	9.00 m	8.95	6.27	56.09
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	23	15	0.94 m	21.62 m	12.11	6.27	75.91
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	1		0.94 m	0.94 m	0.53	6.27	3.30
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	1		0.94 m	0.94 m	0.53	6.27	3.30
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	24	15	0.94 m	22.56 m	12.63	6.27	79.21
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	1		0.94 m	0.94 m	0.53	6.27	3.30
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	1		0.94 m	0.94 m	0.53	6.27	3.30
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	23	15	0.94 m	21.62 m	12.11	6.27	75.91
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	1		0.94 m	0.94 m	0.53	6.27	3.30
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	1		0.94 m	0.94 m	0.53	6.27	3.30
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	23	15	0.94 m	21.62 m	12.11	6.27	75.91
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	1		0.94 m	0.94 m	0.53	6.27	3.30
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	1		0.94 m	0.94 m	0.53	6.27	3.30
1.4.6.	Ac.Trans.V.Vol	Eje 1-1/A-G	kg	3/8"	23	15	0.94 m	21.62 m	12.11	6.27	75.91

1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.08 m	1.08 m	0.24	6.27	1.48
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.07 m	1.07 m	0.24	6.27	1.48
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.07 m	1.07 m	0.23	6.27	1.47
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.06 m	1.06 m	0.23	6.27	1.47
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.06 m	1.06 m	0.23	6.27	1.46
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.06 m	1.06 m	0.23	6.27	1.46
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.05 m	1.05 m	0.23	6.27	1.45
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.05 m	1.05 m	0.23	6.27	1.45
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.04 m	1.04 m	0.23	6.27	1.44
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.04 m	1.04 m	0.23	6.27	1.44
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.04 m	1.04 m	0.23	6.27	1.43
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.03 m	1.03 m	0.23	6.27	1.43
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.03 m	1.03 m	0.23	6.27	1.42
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.03 m	1.03 m	0.23	6.27	1.41
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.02 m	1.02 m	0.22	6.27	1.41
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.02 m	1.02 m	0.22	6.27	1.40
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.01 m	1.01 m	0.22	6.27	1.40
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.01 m	1.01 m	0.22	6.27	1.39
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.01 m	1.01 m	0.22	6.27	1.39
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.00 m	1.00 m	0.22	6.27	1.38
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	1.00 m	1.00 m	0.22	6.27	1.38
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	0.99 m	0.99 m	0.22	6.27	1.37
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	0.99 m	0.99 m	0.22	6.27	1.37
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	0.99 m	0.99 m	0.22	6.27	1.36
1.4.6.	Ac.Trans.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	3/8"	1	10	0.99 m	0.99 m	0.22	6.27	1.37
1.4.6.	Ac.Long.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	5/8"	1		2.05 m	2.05 m	3.18	6.27	19.95
1.4.6.	Ac.Long.V.Co	Eje G-G/1-4	kg	5/8"	1		2.05 m	2.05 m	3.18	6.27	19.95
										6950.64	43580.52

1.4.7. ACERO FY = 4200 KG/CM2... X

<1.4.7. ACERO FY = 4200 KG/CM2 PARA PLACAS>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UND	Ø	@ (cm)	#B.	LONG.B.	LONG.TOT.B.	KG	P.U.	TOTAL DE PRECIO
1-4° Nivel											
Sector 2											
1.4.7.	Ac.Trans.Plac.	Eje 2-2/C-C	kg	3/8"	15 cm	4	1.22 m	4.88 m	2.73	6.27	17.13
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Trans.Plac.	Eje 2-2/C-C	kg	3/8"	15 cm	4	0.88 m	3.52 m	1.97	6.27	12.36
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Long.Plac.T	Eje 2-2/C-C	kg	5/8"		1	7.06 m	7.06 m	10.96	6.27	68.70
1.4.7.	Ac.Horiz.Plac.	Eje 2-2/C-C	kg	1/2"	15 cm	19	1.36 m	25.84 m	25.68	6.27	161.04
1.4.7.	Ac.Horiz.Plac.	Eje 2-2/C-C	kg	1/2"	15 cm	18	1.36 m	24.48 m	24.33	6.27	152.57
1.4.7.	Ac.Vert.Plac.T.	Eje 2-2/C-C	kg	3/8"	18 cm	5	6.93 m	34.65 m	19.40	6.27	121.66



1.4.7	Ac.Vert.Plac.L	Eje 4-4/G-G	kg	5/8"		1	8.91 m	8.91 m	13.83	6.27	86.70
1.4.7	Ac.Horiz.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	1/2"	25 cm	12	0.91 m	10.92 m	10.85	6.27	68.06
1.4.7	Ac.Horiz.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	1/2"	25 cm	12	0.91 m	10.92 m	10.85	6.27	68.06
1.4.7	Ac.Horiz.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	1/2"	25 cm	13	0.91 m	11.83 m	11.76	6.27	73.73
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	1.22 m	1.22 m	0.68	6.27	4.28
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	0.72 m	0.72 m	0.40	6.27	2.53
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	0.32 m	0.32 m	0.18	6.27	1.12
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	1.22 m	1.22 m	0.68	6.27	4.28
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	0.72 m	0.72 m	0.40	6.27	2.53
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	0.32 m	0.32 m	0.18	6.27	1.12
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	1.22 m	1.22 m	0.68	6.27	4.28
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	0.72 m	0.72 m	0.40	6.27	2.53
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	0.32 m	0.32 m	0.18	6.27	1.12
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	1.22 m	1.22 m	0.68	6.27	4.28
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	0.72 m	0.72 m	0.40	6.27	2.53
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"		1	0.32 m	0.32 m	0.18	6.27	1.12
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"	15 cm	3	1.22 m	3.66 m	2.05	6.27	12.85
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"	15 cm	3	0.72 m	2.16 m	1.21	6.27	7.58
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"	15 cm	3	0.32 m	0.96 m	0.54	6.27	3.37
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"	15 cm	3	1.22 m	3.66 m	2.05	6.27	12.85
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"	15 cm	3	0.72 m	2.16 m	1.21	6.27	7.58
1.4.7	Ac.Trans.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	3/8"	15 cm	3	0.32 m	0.96 m	0.54	6.27	3.37
1.4.7	Ac.Horiz.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	1/2"	25 cm	12	0.91 m	10.92 m	10.85	6.27	68.06
1.4.7	Ac.Horiz.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	1/2"	25 cm	12	0.91 m	10.92 m	10.85	6.27	68.06
1.4.7	Ac.Horiz.Plac.	Eje 4-4/G-G	kg	1/2"	25 cm	13	0.91 m	11.83 m	11.76	6.27	73.73
										6691.7	41957.42



## &lt;1.4.8. ACERO FY = 4200 KG/CM2 PARA TABIQUES Y PARAPETOS&gt;

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UND	Ø	#B.	LONG.B.	LONG.TOT.B	KG	P.U.	TOTAL DE PRECIO
2° Nivel										
Sector 1										
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/A-B	kg	3/8"	1	0.51 m	0.51 m	0.11	6.27	0.70
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/A-B	kg	3/8"	1	4.09 m	4.09 m	2.29	6.27	14.36
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/A-B	kg	3/8"	1	4.09 m	4.09 m	2.29	6.27	14.36
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/A-B	kg	3/8"	1	4.09 m	4.09 m	2.29	6.27	14.36
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/A-B	kg	3/8"	1	4.09 m	4.09 m	2.29	6.27	14.36
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/A-B	kg	3/8"	4	0.51 m	2.04 m	0.45	6.27	2.81
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/A-B	kg	3/8"	1	0.51 m	0.51 m	0.11	6.27	0.70
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/A-B	kg	3/8"	4	0.51 m	2.04 m	0.45	6.27	2.81
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/A-B	kg	3/8"	10	0.51 m	5.10 m	1.12	6.27	7.03
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/B-C	kg	3/8"	1	0.51 m	0.51 m	0.11	6.27	0.70
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/B-C	kg	3/8"	1	3.97 m	3.97 m	2.22	6.27	13.94
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/B-C	kg	3/8"	1	3.97 m	3.97 m	2.22	6.27	13.94
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/B-C	kg	3/8"	1	3.96 m	3.96 m	2.22	6.27	13.90
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/B-C	kg	3/8"	1	3.97 m	3.97 m	2.22	6.27	13.94
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/B-C	kg	3/8"	4	0.51 m	2.04 m	0.45	6.27	2.81
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/B-C	kg	3/8"	1	0.51 m	0.51 m	0.11	6.27	0.70
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/B-C	kg	3/8"	4	0.51 m	2.04 m	0.45	6.27	2.81
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/B-C	kg	3/8"	9	0.51 m	4.59 m	1.01	6.27	6.33
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/F-G	kg	3/8"	1	0.51 m	0.51 m	0.11	6.27	0.70
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/F-G	kg	3/8"	1	4.09 m	4.09 m	2.29	6.27	14.36
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/F-G	kg	3/8"	1	4.09 m	4.09 m	2.29	6.27	14.36
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/F-G	kg	3/8"	1	4.09 m	4.09 m	2.29	6.27	14.36
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/F-G	kg	3/8"	1	4.09 m	4.09 m	2.29	6.27	14.36
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje 1-1/F-G	kg	3/8"	4	0.51 m	2.04 m	0.45	6.27	2.81

Sector G										
1.4.8.	Ac. Trans. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	3	0.48 m	1.44 m	0.32	6.27	1.99
1.4.8.	Ac. Long. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	1.53 m	1.53 m	0.86	6.27	5.37
1.4.8.	Ac. Long. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	1.53 m	1.53 m	0.86	6.27	5.37
1.4.8.	Ac. Long. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	1.53 m	1.53 m	0.86	6.27	5.37
1.4.8.	Ac. Long. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	1.53 m	1.53 m	0.86	6.27	5.37
1.4.8.	Ac. Trans. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	6	0.48 m	2.88 m	0.63	6.27	3.97
1.4.8.	Ac. Trans. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	3	0.48 m	1.44 m	0.32	6.27	1.99
1.4.8.	Ac. Long. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	1.50 m	1.50 m	0.84	6.27	5.27
1.4.8.	Ac. Long. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	1.47 m	1.47 m	0.82	6.27	5.16
1.4.8.	Ac. Long. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	1.50 m	1.50 m	0.84	6.27	5.27
1.4.8.	Ac. Long. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	1.46 m	1.46 m	0.82	6.27	5.13
1.4.8.	Ac. Trans. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	0.48 m	0.48 m	0.11	6.27	0.66
1.4.8.	Ac. Trans. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	6	0.48 m	2.88 m	0.63	6.27	3.97
1.4.8.	Ac.Trans.V.Conf.	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	0.51 m	0.51 m	0.11	6.27	0.70
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	2.84 m	2.84 m	1.59	6.27	9.97
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	2.84 m	2.84 m	1.59	6.27	9.97
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	2.84 m	2.84 m	1.59	6.27	9.97
1.4.8.	Ac.Long.V.Conf.	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	2.84 m	2.84 m	1.59	6.27	9.97
1.4.8.	Ac.Trans.V.Conf.	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	22	0.51 m	11.22 m	2.47	6.27	15.48
1.4.8.	Ac.Trans.V.Conf.	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	1	0.51 m	0.51 m	0.11	6.27	0.70
1.4.8.	Ac. Trans. Col Conf	Eje G-G/1-2	kg	3/8"	3	0.48 m	1.44 m	0.32	6.27	1.99
								439.8	2758.01	

<1.4.9. ACERO FY = 4200 KG/CM2 PARA LOSAS ALGERADAS>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ITEM	NOMBRE	REFERENC	UND	Ø	#B.	@(cm)	LONG.B.	LONG.TOT.	KG	P.U.	TOTAL DE PRECIO
<b>1° Nivel</b>											
<b>Aula 1</b>											
1.4.9.	Ac. Long. Posit	Eje 2-4/E-G	kg	1/2"	19	40 cm	7.02 m	133.38 m	132.5	6.27	831.27
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 2-4/F-F	kg	1/2"	19	40 cm	2.70 m	51.30 m	50.99	6.27	319.72
1.4.9.	Ac. Long. bast	Eje 2-4/G-	kg	3/8"	19	40 cm	1.17 m	22.23 m	12.45	6.27	78.05
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 2-4/E-F	kg	1/4"	16	25 cm	8.39 m	134.24 m	33.56	6.27	210.42
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 2-4/F-G	kg	1/4"	16	25 cm	8.39 m	134.24 m	33.56	6.27	210.42
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 1-2/E-F	kg	1/4"	16	25 cm	2.46 m	39.36 m	9.84	6.27	61.70
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 1-2/F-G	kg	1/4"	16	25 cm	2.46 m	39.36 m	9.84	6.27	61.70
1.4.9.	Ac. Long. bast	Eje 1-2/G-	kg	3/8"	7	40 cm	1.18 m	8.26 m	4.63	6.27	29.00
1.4.9.	Ac. Long. Posit	Eje 1-2/E-G	kg	1/2"	7	40 cm	7.02 m	49.14 m	48.85	6.27	306.26
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 1-2/E-E	kg	1/2"	7	40 cm	2.70 m	18.90 m	18.79	6.27	117.79
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 1-2/F-F	kg	1/2"	7	40 cm	2.70 m	18.90 m	18.79	6.27	117.79
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 1-2/E-E	kg	3/8"	7	40 cm	2.15 m	15.05 m	8.43	6.27	52.84
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 1-2/F-F	kg	3/8"	7	40 cm	2.15 m	15.05 m	8.43	6.27	52.84
<b>Biblioteca</b>											
1.4.9.	Ac. Long. Posit	Eje 2-4/C-E	kg	1/2"	19	40 cm	8.87 m	168.53 m	167.5	6.27	1050.34
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 2-4/D-D	kg	1/2"	19	40 cm	2.70 m	51.30 m	50.99	6.27	319.72
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 2-4/E-E	kg	1/2"	19	40 cm	2.63 m	49.97 m	49.67	6.27	311.43
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 2-4/C-D	kg	1/4"	16	25 cm	8.39 m	134.24 m	33.56	6.27	210.42
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 2-4/D-E	kg	1/4"	16	25 cm	8.39 m	134.24 m	33.56	6.27	210.42
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 1-2/C-D	kg	1/4"	16	25 cm	2.46 m	39.36 m	9.84	6.27	61.70
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 1-2/D-E	kg	1/4"	16	25 cm	2.46 m	39.36 m	9.84	6.27	61.70
1.4.9.	Ac. Long. Posit	Eje 1-2/C-E	kg	1/2"	7	40 cm	8.87 m	62.09 m	61.72	6.27	386.97
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 1-2/C-C	kg	1/2"	7	40 cm	2.70 m	18.90 m	18.79	6.27	117.79
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 1-2/D-D	kg	1/2"	7	40 cm	2.70 m	18.90 m	18.79	6.27	117.79
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 1-2/E-E	kg	1/2"	7	40 cm	2.30 m	16.10 m	16.00	6.27	100.34
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 1-2/F-F	kg	1/2"	7	40 cm	2.32 m	16.24 m	16.14	6.27	101.21
<b>Biblioteca</b>											
1.4.9.	Ac. Long. Posit	Eje 2-4/C-E	kg	1/2"	19	40 cm	8.87 m	168.53 m	167.5	6.27	1050.34
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 2-4/D-D	kg	1/2"	19	40 cm	2.30 m	43.70 m	43.44	6.27	272.36
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 2-4/E-E	kg	1/2"	19	40 cm	2.30 m	43.70 m	43.44	6.27	272.36
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 2-4/C-D	kg	1/4"	16	25 cm	8.39 m	134.24 m	33.56	6.27	210.42
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 2-4/D-E	kg	1/4"	16	25 cm	8.39 m	134.24 m	33.56	6.27	210.42
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 1-2/C-D	kg	1/4"	16	25 cm	2.46 m	39.36 m	9.84	6.27	61.70
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 1-2/D-E	kg	1/4"	16	25 cm	2.46 m	39.36 m	9.84	6.27	61.70
1.4.9.	Ac. Long. Posit	Eje 1-2/C-E	kg	1/2"	7	40 cm	8.87 m	62.09 m	61.72	6.27	386.97
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 1-2/C-C	kg	1/2"	7	40 cm	2.35 m	16.45 m	16.35	6.27	102.52
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 1-2/D-D	kg	1/2"	7	40 cm	2.32 m	16.24 m	16.14	6.27	101.21
<b>Laboratorio</b>											
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 2-4/A-B	kg	1/4"	16	25 cm	8.40 m	134.40 m	33.60	6.27	210.67
1.4.9.	Ac. Long. bast	Eje 2-4/A-	kg	3/8"	19	40 cm	1.03 m	19.57 m	10.96	6.27	68.71
1.4.9.	Ac. Long. Posit	Eje 2-4/A-C	kg	1/2"	19	40 cm	9.00 m	171.00 m	169.9	6.27	1065.74
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 2-4/B-B	kg	1/2"	19	40 cm	2.30 m	43.70 m	43.44	6.27	272.36
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 2-4/B-C	kg	1/4"	16	25 cm	8.39 m	134.24 m	33.56	6.27	210.42
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 2-4/C-C	kg	1/2"	19	40 cm	2.30 m	43.70 m	43.44	6.27	272.36
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 1-2/A-B	kg	1/4"	16	25 cm	2.46 m	39.36 m	9.84	6.27	61.70
1.4.9.	Ac. temper.	Eje 1-2/B-C	kg	1/4"	16	25 cm	2.46 m	39.36 m	9.84	6.27	61.70
1.4.9.	Ac. Long. bast	Eje 1-2/A-	kg	3/8"	7	40 cm	1.03 m	7.21 m	4.04	6.27	25.32
1.4.9.	Ac. Long. Posit	Eje 1-2/A-C	kg	1/2"	7	40 cm	9.00 m	63.00 m	62.62	6.27	392.64
1.4.9.	Ac. Long. bala	Eje 1-2/B-B	kg	1/2"	7	40 cm	2.31 m	16.17 m	16.07	6.27	100.78
										5217.	32713.36

1.5.1 PLACA CONCRETO FC 280... X

<1.5.1 PLACA CONCRETO FC 280 KG/CM2 C.  
ADIT. PLAST. CARAVIS>

A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL PRECIO
NIVEL 1						
SECTOR 2						
1.5.1	PL-1	EJE A-A/2-2	m3	0.94 m³	743.25	696.10
1.5.1	PL-1	EJE G-G/2-2	m3	0.94 m³	743.25	696.10
1.5.1	PT-1	EJE C-C/2-2	m3	1.42 m³	743.25	1053.56
1.5.1	PT-1	EJE E-E/2-2	m3	1.42 m³	743.25	1053.56
SECTOR 4						
1.5.1	PL-1	EJE A-A/4-4	m3	0.94 m³	743.25	696.10
1.5.1	PL-1	EJE G-G/4-4	m3	0.94 m³	743.25	696.10
1.5.1	PT-1	EJE C-C/4-4	m3	1.42 m³	743.25	1053.56
1.5.1	PT-1	EJE E-E/4-4	m3	1.42 m³	743.25	1053.56
NIVEL 2						
SECTOR 2						
1.5.1	PL-1	EJE A-A/2-2	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PL-1	EJE G-G/2-2	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PT-1	EJE C-C/2-2	m3	1.21 m³	780.41	942.35
1.5.1	PT-1	EJE E-E/2-2	m3	1.21 m³	780.41	942.35
SECTOR 4						
1.5.1	PL-1	EJE A-A/4-4	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PL-1	EJE G-G/4-4	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PT-1	EJE C-C/4-4	m3	1.21 m³	780.41	942.35
1.5.1	PT-1	EJE E-E/4-4	m3	1.21 m³	780.41	942.35
NIVEL 3						
SECTOR 2						
1.5.1	PL-1	EJE A-A/2-2	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PL-1	EJE G-G/2-2	m3	0.80 m³	780.41	622.62

NIVEL 3						
SECTOR 2						
1.5.1	PL-1	EJE A-A/2-2	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PL-1	EJE G-G/2-2	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PT-1	EJE C-C/2-2	m3	1.21 m³	780.41	942.35
1.5.1	PT-1	EJE E-E/2-2	m3	1.21 m³	780.41	942.35
SECTOR 4						
1.5.1	PL-1	EJE A-A/4-4	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PL-1	EJE G-G/4-4	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PT-1	EJE C-C/4-4	m3	1.21 m³	780.41	942.35
1.5.1	PT-1	EJE E-E/4-4	m3	1.21 m³	780.41	942.35
NIVEL 4						
SECTOR 2						
1.5.1	PL-1	EJE A-A/2-2	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PL-1	EJE G-G/2-2	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PT-1	EJE C-C/2-2	m3	1.21 m³	780.41	942.35
1.5.1	PT-1	EJE E-E/2-2	m3	1.21 m³	780.41	942.35
SECTOR 4						
1.5.1	PL-1	EJE A-A/4-4	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PL-1	EJE G-G/4-4	m3	0.80 m³	780.41	622.62
1.5.1	PT-1	EJE C-C/4-4	m3	1.21 m³	780.41	942.35
1.5.1	PT-1	EJE E-E/4-4	m3	1.21 m³	780.41	942.35
						25778.28



1.5.2 COLUMNA CONCRETO FC 2... X

<1.5.2 COLUMNA CONCRETO FC 280 KG/CM2 C. ADIT. PLAST. CARAVIS>						
A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL PRECIO
<b>NIVEL 1</b>						
<b>SECTOR 2</b>						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/2-2	m3	1.46 m³	665.41	970.17
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/2-2	m3	1.46 m³	665.41	970.17
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/2-2	m3	1.46 m³	665.41	970.17
<b>SECTOR 4</b>						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	1.46 m³	665.41	970.17
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	1.46 m³	665.41	970.17
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/4-4	m3	1.46 m³	665.41	970.17
<b>NIVEL 2</b>						
<b>SECTOR 2</b>						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/2-2	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/2-2	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/2-2	m3	1.24 m³	698.69	867.77
<b>SECTOR 4</b>						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/4-4	m3	1.24 m³	698.69	867.77
<b>NIVEL 3</b>						
<b>SECTOR 2</b>						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/2-2	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/2-2	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/2-2	m3	1.24 m³	698.69	867.77
<b>SECTOR 4</b>						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	1.24 m³	698.69	867.77
<b>SECTOR 4</b>						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/4-4	m3	1.24 m³	698.69	867.77
<b>NIVEL 3</b>						
<b>SECTOR 2</b>						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/2-2	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/2-2	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/2-2	m3	1.24 m³	698.69	867.77
<b>SECTOR 4</b>						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	1.24 m³	698.69	867.77
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/4-4	m3	1.24 m³	698.69	867.77
<b>NIVEL 4</b>						
<b>SECTOR 2</b>						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/2-2	m3	0.98 m³	698.69	686.98
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/2-2	m3	0.98 m³	698.69	686.98
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/2-2	m3	0.98 m³	698.69	686.98
<b>SECTOR 4</b>						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	0.98 m³	698.69	686.98
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	0.98 m³	698.69	686.98
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/4-4	m3	0.98 m³	698.69	686.98
						20356.10

1.5.3 COLUMNA CONCRETO FC 2... X

<1.5.3 COLUMNA CONCRETO FC 210 KG/CM2>						
A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL PRECIO
NIVEL 1						
SECTOR 3						
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/A-A	m3	0.25 m³	659.54	162.82
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/C-C	m3	0.25 m³	659.54	162.82
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/E-E	m3	0.25 m³	659.54	162.82
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/G-G	m3	0.25 m³	659.54	162.82
NIVEL 2						
SECTOR 3						
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/A-A	m3	0.22 m³	659.54	142.21
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/C-C	m3	0.22 m³	659.54	142.21
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/E-E	m3	0.22 m³	659.54	142.21
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/G-G	m3	0.22 m³	659.54	142.21
NIVEL 3						
SECTOR 3						
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/A-A	m3	0.22 m³	659.54	142.21
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/C-C	m3	0.22 m³	659.54	142.21
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/E-E	m3	0.22 m³	659.54	142.21
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/G-G	m3	0.22 m³	659.54	142.21
NIVEL 4						
SECTOR 3						
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/A-A	m3	0.22 m³	659.54	142.21
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/C-C	m3	0.22 m³	659.54	142.21
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/E-E	m3	0.22 m³	659.54	142.21
1.5.3	C-2-C	EJE 3-3/G-G	m3	0.22 m³	659.54	142.21
						2357.86

1.6.1. VIGA CONCRETO F'C 280 K... X

<1.6.1. VIGA CONCRETO F'C 280 KG/CM2 C. ADIT. PLAST. CARAVIS.>						
A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL DE PRECIO
NIVEL 1						
SECTOR 2						
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/A-B	m3	0.37 m³	509.75	189.24
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/B-C	m3	0.37 m³	509.75	189.24
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/C-D	m3	0.37 m³	509.75	189.24
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/D-E	m3	0.37 m³	509.75	189.24
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/E-F	m3	0.37 m³	509.75	189.24
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/F-G	m3	0.37 m³	509.75	189.24
SECTOR 4						
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/A-B	m3	0.37 m³	509.75	189.24
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/B-C	m3	0.37 m³	509.75	189.24
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/C-D	m3	0.37 m³	509.75	189.24
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/D-E	m3	0.37 m³	509.75	189.24
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/E-F	m3	0.37 m³	509.75	189.24
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/F-G	m3	0.37 m³	509.75	189.24
SECTOR B						
1.6.1	V-3-P	EJE B-B/2-4	m3	1.26 m³	509.75	642.28
1.6.1	V-6-NP	EJE B-B/1-2	m3	0.37 m³	509.75	189.11

1.6.1. VIGA CONCRETO F'C 280 K... X						
1.6.1	V-0-NP	EJE D-D/1-2	m3	U.3/ m³	535.24	190.30
<b>SECTOR D</b>						
1.6.1	V-3-P	EJE D-D/2-4	m3	1.26 m³	535.24	674.40
1.6.1	V-6-NP	EJE D-D/1-2	m3	0.37 m³	535.24	198.56
<b>SECTOR F</b>						
1.6.1	V-3-P	EJEF-F/2-4	m3	1.26 m³	535.24	674.40
1.6.1	V-6-NP	EJE F-F/1-2	m3	0.37 m³	535.24	198.56
<b>NIVEL 4</b>						
<b>SECTOR 2</b>						
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/A-B	m3	0.32 m³	535.24	171.61
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/B-C	m3	0.32 m³	535.24	171.61
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/C-D	m3	0.32 m³	535.24	171.61
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/D-E	m3	0.32 m³	535.24	171.61
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/E-F	m3	0.32 m³	535.24	171.61
1.6.1	V-1-P	EJE 2-2/F-G	m3	0.32 m³	535.24	171.61
<b>SECTOR 4</b>						
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/A-B	m3	0.32 m³	535.24	171.61
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/B-C	m3	0.32 m³	535.24	171.61
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/C-D	m3	0.32 m³	535.24	171.61
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/D-E	m3	0.32 m³	535.24	171.61
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/E-F	m3	0.32 m³	535.24	171.61
1.6.1	V-1-P	EJE 4-4/F-G	m3	0.32 m³	535.24	171.61
<b>SECTOR B</b>						
1.6.1	V-3-P	EJE B-B/2-4	m3	0.94 m³	535.24	505.80
1.6.1	V-6-NP	EJE B-B/1-2	m3	0.31 m³	535.24	167.10
<b>SECTOR D</b>						
1.6.1	V-3-P	EJE D-D/2-4	m3	0.94 m³	535.24	505.80
1.6.1	V-6-NP	EJE D-D/1-2	m3	0.31 m³	535.24	167.10
<b>SECTOR F</b>						
1.6.1	V-3-P	EJEF-F/2-4	m3	0.94 m³	535.24	505.80
1.6.1	V-6-NP	EJE F-F/1-2	m3	0.31 m³	535.24	167.10
					18849.85	

1.6.2. VIGA CONCRETO F'C 210 K... X

<1.6.2. VIGA CONCRETO F'C 210 KG/CM2>						
A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL DE PRECIO
NIVEL 1						
SECTOR 1						
1.6.2.	V-2-P	EJE 1-1/A-B	m3	1.24 m³	426.04	528.98
SECTOR A						
1.6.2.	V-4-C	EJE A-A/2-3	m3	0.34 m³	426.04	143.79
1.6.2.	V-4-C	EJE A-A/3-4	m3	0.34 m³	426.04	143.79
1.6.2.	V-5-NP	EJE A-A/1-2	m3	0.24 m³	426.04	103.85
SECTOR C						
1.6.2.	V-4-C	EJE C-C/2-3	m3	0.34 m³	426.04	143.79
1.6.2.	V-4-C	EJE C-C/3-4	m3	0.34 m³	426.04	143.79
1.6.2.	V-5-NP	EJE C-C/1-2	m3	0.24 m³	426.04	103.85
SECTOR E						
1.6.2.	V-4-C	EJE E-E/2-3	m3	0.34 m³	426.04	143.79
1.6.2.	V-4-C	EJE E-E/3-4	m3	0.34 m³	426.04	143.79
1.6.2.	V-5-NP	EJE E-E/1-2	m3	0.24 m³	426.04	103.85
SECTOR G						
1.6.2.	V-4-C	EJE G-G/2-3	m3	0.34 m³	426.04	143.79
1.6.2.	V-4-C	EJE G-G/3-4	m3	0.34 m³	426.04	143.79
1.6.2.	V-5-NP	EJE G-G/1-2	m3	0.24 m³	426.04	103.85
NIVEL 2						
SECTOR 1						
1.6.2.	V-2-P	EJE 1-1/A-B	m3	1.24 m³	447.34	555.43
SECTOR E						
1.6.2.	V-4-C	EJE E-E/2-3	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-4-C	EJE E-E/3-4	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-5-NP	EJE E-E/1-2	m3	0.24 m³	447.34	109.04
SECTOR G						
1.6.2.	V-4-C	EJE G-G/2-3	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-4-C	EJE G-G/3-4	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-5-NP	EJE G-G/1-2	m3	0.24 m³	447.34	109.04
NIVEL 4						
SECTOR 1						
1.6.2.	V-2-P	EJE 1-1/A-B	m3	1.24 m³	447.34	555.43
SECTOR A						
1.6.2.	V-4-C	EJE A-A/2-3	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-4-C	EJE A-A/3-4	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-5-NP	EJE A-A/1-2	m3	0.24 m³	447.34	109.04
SECTOR C						
1.6.2.	V-4-C	EJE C-C/2-3	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-4-C	EJE C-C/3-4	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-5-NP	EJE C-C/1-2	m3	0.24 m³	447.34	109.04
SECTOR E						
1.6.2.	V-4-C	EJE E-E/2-3	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-4-C	EJE E-E/3-4	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-5-NP	EJE E-E/1-2	m3	0.24 m³	447.34	109.04
SECTOR G						
1.6.2.	V-4-C	EJE G-G/2-3	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-4-C	EJE G-G/3-4	m3	0.34 m³	447.34	150.98
1.6.2.	V-5-NP	EJE G-G/1-2	m3	0.24 m³	447.34	109.04
						8692.92

1.7.1. LOSA ALIGERADA e=20 c... X

<1.7.1. LOSA ALIGERADA e=20 cm CONCRETO F'C=280 KG/CM2>						
A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL DE PRECIO
<b>1º Nivel</b>						
<b>Aula 1</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/E-F	m3	2.39 m <sup>2</sup>	485.04	1161.67
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/F-G	m3	2.39 m <sup>2</sup>	485.04	1161.67
<b>Aula 1 - Volado</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/E-F	m3	0.86 m <sup>2</sup>	485.04	416.65
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/F-G	m3	0.86 m <sup>2</sup>	485.04	416.65
<b>Biblioteca</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/C-D	m3	2.39 m <sup>2</sup>	485.04	1161.67
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/D-E	m3	2.39 m <sup>2</sup>	485.04	1161.67
<b>Biblioteca - Volado</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/C-D	m3	0.86 m <sup>2</sup>	485.04	416.65
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/C-D	m3	0.86 m <sup>2</sup>	485.04	416.65
<b>Laboratorio</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/A-B	m3	2.39 m <sup>2</sup>	485.04	1161.67
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/B-C	m3	2.39 m <sup>2</sup>	485.04	1161.67
<b>Laboratorio - Volado</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/A-B	m3	0.86 m <sup>2</sup>	485.04	416.65
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/B-C	m3	0.86 m <sup>2</sup>	485.04	416.65
<b>2º Nivel</b>						
<b>Aula 2</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/E-F	m3	2.39 m <sup>2</sup>	509.29	1219.75
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/F-G	m3	2.39 m <sup>2</sup>	509.29	1219.75
<b>Aula 2 - Volado</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/E-F	m3	0.86 m <sup>2</sup>	509.29	437.48
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/F-G	m3	0.86 m <sup>2</sup>	509.29	437.48
<b>Aula 7 - Volado</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/A-B	m3	0.86 m <sup>2</sup>	509.29	437.48
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/B-C	m3	0.86 m <sup>2</sup>	509.29	437.48
<b>4º Nivel</b>						
<b>Aula 8</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/E-F	m3	2.39 m <sup>2</sup>	509.29	1219.75
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/F-G	m3	2.39 m <sup>2</sup>	509.29	1219.75
<b>Aula 8 - Volado</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/E-F	m3	0.86 m <sup>2</sup>	509.29	437.48
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/F-G	m3	0.86 m <sup>2</sup>	509.29	437.48
<b>Aula 9</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/C-D	m3	2.39 m <sup>2</sup>	509.29	1219.75
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/D-E	m3	2.39 m <sup>2</sup>	509.29	1219.75
<b>Aula 9 - Volado</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/C-D	m3	0.86 m <sup>2</sup>	509.29	437.48
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/C-D	m3	0.86 m <sup>2</sup>	509.29	437.48
<b>Aula 10</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/A-B	m3	2.39 m <sup>2</sup>	509.29	1219.75
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 2-4/B-C	m3	2.39 m <sup>2</sup>	509.29	1219.75
<b>Aula 10 - Volado</b>						
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/A-B	m3	0.86 m <sup>2</sup>	509.29	437.48
1.7.1.	Losa Aligerada	EJE 1-2/B-C	m3	0.86 m <sup>2</sup>	509.29	437.48
						39300.17



5 TIPO IV DE CABEZA X

<1.8.1. MURO LADR. K.K. MEZC. C:A 1:5 TIPO IV DE CABEZA>

A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDA	ÁREA	P.U.	TOTAL DE PRECIO
<b>1° Nivel</b>						
<b>Sector A</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE A-A/3-4	m2	9.28 m²	131.53	1220.76
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE A-A/2-3	m2	9.28 m²	131.53	1220.76
<b>Sector C</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE C-C/3-4	m2	9.28 m²	131.53	1220.76
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE C-C/2-3	m2	9.28 m²	131.53	1220.76
<b>Sector E</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE E-E/4-3	m2	9.28 m²	131.53	1220.76
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE E-E/3-2	m2	9.28 m²	131.53	1220.76
<b>Sector G</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE G-G/4-3	m2	9.28 m²	131.53	1220.76
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE G-G/3-2	m2	9.28 m²	131.53	1220.76
<b>2° Nivel</b>						
<b>Sector A</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE A-A/3-4	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE A-A/2-3	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
<b>Sector C</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE C-C/3-4	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE C-C/2-3	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
<b>Sector E</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE E-E/4-3	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE E-E/3-2	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
<b>Sector G</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE G-G/4-3	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE G-G/3-2	m2	10.29 m²	131.53	1353.94

<b>Sector C</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE C-C/3-4	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE C-C/2-3	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
<b>Sector E</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE E-E/4-3	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE E-E/3-2	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
<b>Sector G</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE G-G/4-3	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE G-G/3-2	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
<b>4° Nivel</b>						
<b>Sector A</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE A-A/3-4	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE A-A/2-3	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
<b>Sector C</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE C-C/3-4	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE C-C/2-3	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
<b>Sector E</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE E-E/4-3	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE E-E/3-2	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
<b>Sector G</b>						
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE G-G/4-3	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
1.8.1.	Muro Albañ.	EJE G-G/3-2	m2	10.29 m²	131.53	1353.94
						42260.60

1.8.2. LADRILLO HUECO PARA L... X

<1.8.2. LADRILLO HUECO PARA LOSA ALIGERADA 15x30x30 cm>


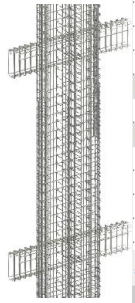
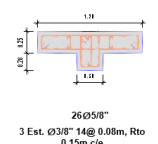
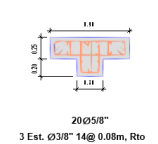
A	B	C	D	E	F
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.
1° Nivel					
Aula 1					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 2-4/E-G	UND	456	3.57
Aula 1 - Volado					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 1-2/E-G	UND	168	3.57
Biblioteca					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 2-4/C-E	UND	456	3.57
Biblioteca - Volado					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 1-2/C-E	UND	168	3.57
Laboratorio					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 2-4/A-C	UND	456	3.57
Laboratorio - Volado					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 1-2/A-C	UND	168	3.57
2° Nivel					
Aula 2					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 2-4/E-G	UND	456	3.57
Aula 2 - Volado					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 1-2/E-G	UND	168	3.57
Aula 3					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 2-4/C-E	UND	456	3.57
Aula 3 - Volado					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 1-2/C-E	UND	168	3.57
Aula 4					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 2-4/A-C	UND	456	3.57
Aula 4 - Volado					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 1-2/A-C	UND	168	3.57
Aula 6					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 2-4/C-E	UND	456	3.57
Aula 6 - Volado					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 1-2/C-E	UND	168	3.57
Aula 7					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 2-4/A-C	UND	456	3.57
Aula 7 - Volado					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 1-2/A-C	UND	168	3.57
4° Nivel					
Aula 8					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 2-4/E-G	UND	456	3.57
Aula 8 - Volado					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 1-2/E-G	UND	168	3.57
Aula 9					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 2-4/C-E	UND	456	3.57
Aula 9 - Volado					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 1-2/C-E	UND	168	3.57
Aula 10					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 2-4/A-C	UND	456	3.57
Aula 10 - Volado					
1.8.2.	Lad. de Techo	EJE 1-2/A-C	UND	168	3.57
				7488	

**<1.8.3. MURO LADR. PANDERETA DE SOGA MEZC.  
C:A 1:5 P/TARRAJEAR>**

A	B	C	D	E	F	G
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	ÁREA	P.U.	TOTAL DE PRECIO
<b>1° Nivel</b>						
<b>Sector 2</b>						
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/A-B	m2	2.92 m <sup>2</sup>	68.18	199.36
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/C-D	m2	2.92 m <sup>2</sup>	68.18	199.36
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/E-F	m2	2.92 m <sup>2</sup>	68.18	199.36
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/B-C	m2	1.53 m <sup>2</sup>	68.18	104.11
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/D-E	m2	1.53 m <sup>2</sup>	68.18	104.11
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/D-E	m2	1.53 m <sup>2</sup>	68.18	104.11
<b>Sector 4</b>						
1.8.3.	Tabique	EJE 4-4/A-B	m2	2.92 m <sup>2</sup>	68.18	199.36
1.8.3.	Tabique	EJE 4-4/C-D	m2	2.92 m <sup>2</sup>	68.18	199.36
1.8.3.	Tabique	EJE 4-4/E-F	m2	2.92 m <sup>2</sup>	68.18	199.36
1.8.3.	Tabique	EJE 4-4/B-C	m2	2.92 m <sup>2</sup>	68.18	199.36
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/D-E	m2	2.92 m <sup>2</sup>	68.18	199.36
1.8.3.	Tabique	EJE 4-4/F-G	m2	2.92 m <sup>2</sup>	68.18	199.36
<b>2° Nivel</b>						
<b>Sector 1</b>						
1.3.4	Tabique	EJE 1-1/A-B	m3	3.29 m <sup>2</sup>	68.18	223.97
1.3.4	Tabique	EJE 1-1/A-B	m3	3.11 m <sup>2</sup>	68.18	211.70
1.3.4	Tabique	EJE 1-1/C-D	m3	3.11 m <sup>2</sup>	68.18	211.70
1.3.4	Tabique	EJE 1-1/F-G	m3	3.30 m <sup>2</sup>	68.18	224.89
1.3.4	Tabique	EJE 1-1/E-F	m3	3.11 m <sup>2</sup>	68.18	211.70
1.3.4	Tabique	EJE 1-1/D-E	m3	3.11 m <sup>2</sup>	68.18	211.70
<b>Sector 2</b>						
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/A-B	m2	3.60 m <sup>2</sup>	68.18	245.36
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/C-D	m2	3.60 m <sup>2</sup>	68.18	245.36
1.3.4	Tabique	EJE 1-1/A-B	m3	3.11 m <sup>2</sup>	68.18	211.70
1.3.4	Tabique	EJE 1-1/C-D	m3	3.11 m <sup>2</sup>	68.18	211.70
1.3.4	Tabique	EJE 1-1/F-G	m3	3.30 m <sup>2</sup>	68.18	224.89
1.3.4	Tabique	EJE 1-1/E-F	m3	3.11 m <sup>2</sup>	68.18	211.70
1.3.4	Tabique	EJE 1-1/D-E	m3	3.11 m <sup>2</sup>	68.18	211.70
<b>Sector 2</b>						
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/A-B	m2	3.84 m <sup>2</sup>	68.18	261.81
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/C-D	m2	3.84 m <sup>2</sup>	68.18	261.77
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/E-F	m2	3.84 m <sup>2</sup>	68.18	261.77
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/B-C	m2	2.12 m <sup>2</sup>	68.18	144.54
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/D-E	m2	2.12 m <sup>2</sup>	68.18	144.54
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/D-E	m2	2.12 m <sup>2</sup>	68.18	144.54
<b>Sector 4</b>						
1.8.3.	Tabique	EJE 4-4/A-B	m2	3.84 m <sup>2</sup>	68.18	261.77
1.8.3.	Tabique	EJE 4-4/C-D	m2	3.84 m <sup>2</sup>	68.18	261.77
1.8.3.	Tabique	EJE 4-4/E-F	m2	3.84 m <sup>2</sup>	68.18	261.77
1.8.3.	Tabique	EJE 4-4/B-C	m2	3.84 m <sup>2</sup>	68.18	261.77
1.8.3.	Tabique	EJE 2-2/D-E	m2	3.84 m <sup>2</sup>	68.18	261.77
1.8.3.	Tabique	EJE 4-4/F-G	m2	3.84 m <sup>2</sup>	68.18	261.77
<b>Sector A</b>						
1.3.4	Tabique	EJE A-A/1-2	m3	2.18 m <sup>2</sup>	68.18	148.80
<b>Sector G</b>						
1.3.4	Tabique	EJE G-G/1-2	m3	2.18 m <sup>2</sup>	68.18	148.80
						14861.20

LOD EN EDIFICACIONES: MODULO EDUCATIVO (4 NIVELES)					
Nivel de detalle	LOD 4	LOD 4	LOD 4	LOD 4	LOD 4
Referencia	<b>Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)</b>	<b>Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)</b>	<b>Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)</b>	<b>Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)</b>	<b>Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)</b>
DESCRIPCIÓN	Los elementos constituyentes presentan dimensiones específicas del diseño de proyecto, por tanto es suficiente para ser medible y cuantificable de manera precisa	El modelo presenta detalles de conexiones traslapes y anclajes para faricación.	El modelo contiene información paramétrica	El modelo contiene texturas en la superficie que representan materiales semejantes a la realidad.	El modelo presenta georreferenciación y topografía
Imagen de referencia					

LOI EN EDIFICACIONES: MODULO EDUCATIVO (4 NIVELES)

Nivel de información	LOI 4																																																																																																																																																																																																																					
Referencia	Suficiente información para la construcción	TIPO DE ELEMENTO: COLUMNA																																																																																																																																																																																																																				
DESCRIPCIÓN	<p><b>*Identificación de los elementos:</b> Columna C-1-T de concreto armado</p> <p><b>*Contenido de información:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Resistencia a la compresion: 280 kg/cm2</li> <li>-Refuerzo estructural: 26 barras de 5/8".</li> <li>Estribos barras de 3/8" 14 @ 0.80m Rto @0.15</li> <li>-Revestimiento: Columna de revestimiento de 4cm con aditivo plastificante caravista</li> <li>-Tipo de Actividad: Columna Concreto <math>f_c=280</math> kg/cm2 adit. plast. caravista.</li> <li>- Volumen: 1.458 m3</li> <li>- Precio Unitario: 666.41 soles</li> </ul>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">   </div> <div style="width: 45%;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p>Propiedades</p> <p>M_Concrete-T-Column C-1-T</p> <p>Pilares estructurales (1) <span style="float: right;">Editar tipo</span></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>01 PARTIDAS</td><td>1.5.2 COLUMNA CONCRET...</td></tr> <tr><td>02 SECTOR</td><td>SECTOR 2</td></tr> <tr><td>03 ELEMENTO</td><td>C-1-T</td></tr> <tr><td>04 REFERENCIA</td><td>EJE F-F/2-2</td></tr> <tr><td>05 NIVEL DE PISO</td><td>NIVEL 1</td></tr> <tr><td>UNIDAD</td><td>m3</td></tr> <tr><td>ITEM</td><td>1.5.2</td></tr> <tr><td>P.U.</td><td>665.410000</td></tr> </table> <p>% DE AVANCE DE OBRA</p> <p>FECHA DE EJECUCIÓN DE ...</p> <p>RESPONSABLE DE LA EJEC...</p> <p>OBSERVACIÓN</p> <p>FRENTE</p> <p>Materiales y acabados</p> <p>Material estructural    Concreto 280 kg/cm2</p> <p>Estructura</p> <p>Activar modelo analítico <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Recubrimiento de armadu... COLUMNAS (SUP) &lt;40 m...</p> <p>Recubrimiento de armadu... COLUMNAS (SUP) &lt;40 m...</p> <p>Recubrimiento de armadu... COLUMNAS (SUP) &lt;40 m...</p> <p>Ayuda de propiedades <span style="float: right;">Aplicar</span></p> <p>Navegador de proyectos ... Propiedades</p> </div> <div style="width: 45%;">  <p>1.11 0.15 0.15 26 Ø5/8" 3 Est. Ø3/8" 14@ 0.08m, Rto 0.15m c/e</p> <p>1° - 3° NIVEL</p>  <p>1.11 0.15 0.15 20 Ø5/8" 3 Est. Ø3/8" 14@ 0.08m, Rto 0.15m c/e</p> <p>4° NIVEL</p> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>1.5.2 COLUMNA CONCRETO FC 280 KG/CM2 C. ADIT. PLAST. CARAVIS-</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>ITEM</th> <th>NOMBRE</th> <th>REFERENCIA</th> <th>UNIDAD</th> <th>VOLUMEN</th> <th>P.U.</th> <th>TOTAL PRECIO</th> </tr> <tr><td colspan="7">NIVEL 1</td></tr> <tr><td colspan="7">SECTOR 2</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE B-B/2-2</td><td>m3</td><td>1.46</td><td>665.41</td><td>970.17</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE D-D/2-2</td><td>m3</td><td>1.46</td><td>665.41</td><td>970.17</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE F-F/2-2</td><td>m3</td><td>1.46</td><td>665.41</td><td>970.17</td></tr> <tr><td colspan="7">SECTOR 4</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE B-B/4-4</td><td>m3</td><td>1.46</td><td>665.41</td><td>970.17</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE D-D/4-4</td><td>m3</td><td>1.46</td><td>665.41</td><td>970.17</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE F-F/4-4</td><td>m3</td><td>1.46</td><td>665.41</td><td>970.17</td></tr> <tr><td colspan="7">NIVEL 2</td></tr> <tr><td colspan="7">SECTOR 2</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE B-B/2-2</td><td>m3</td><td>1.24</td><td>698.69</td><td>867.77</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE D-D/2-2</td><td>m3</td><td>1.24</td><td>698.69</td><td>867.77</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE F-F/2-2</td><td>m3</td><td>1.24</td><td>698.69</td><td>867.77</td></tr> <tr><td colspan="7">SECTOR 4</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE B-B/4-4</td><td>m3</td><td>1.24</td><td>698.69</td><td>867.77</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE D-D/4-4</td><td>m3</td><td>1.24</td><td>698.69</td><td>867.77</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE F-F/4-4</td><td>m3</td><td>1.24</td><td>698.69</td><td>867.77</td></tr> <tr><td colspan="7">NIVEL 3</td></tr> <tr><td colspan="7">SECTOR 2</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE B-B/2-2</td><td>m3</td><td>1.24</td><td>698.69</td><td>867.77</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE D-D/2-2</td><td>m3</td><td>1.24</td><td>698.69</td><td>867.77</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE F-F/2-2</td><td>m3</td><td>1.24</td><td>698.69</td><td>867.77</td></tr> <tr><td colspan="7">SECTOR 4</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE B-B/4-4</td><td>m3</td><td>1.24</td><td>698.69</td><td>867.77</td></tr> <tr><td>1.5.2</td><td>C-1-T</td><td>EJE D-D/4-4</td><td>m3</td><td>1.24</td><td>698.69</td><td>867.77</td></tr> </tbody> </table> </div> </div> </div></div>	01 PARTIDAS	1.5.2 COLUMNA CONCRET...	02 SECTOR	SECTOR 2	03 ELEMENTO	C-1-T	04 REFERENCIA	EJE F-F/2-2	05 NIVEL DE PISO	NIVEL 1	UNIDAD	m3	ITEM	1.5.2	P.U.	665.410000	A	B	C	D	E	F	G	ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL PRECIO	NIVEL 1							SECTOR 2							1.5.2	C-1-T	EJE B-B/2-2	m3	1.46	665.41	970.17	1.5.2	C-1-T	EJE D-D/2-2	m3	1.46	665.41	970.17	1.5.2	C-1-T	EJE F-F/2-2	m3	1.46	665.41	970.17	SECTOR 4							1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	1.46	665.41	970.17	1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	1.46	665.41	970.17	1.5.2	C-1-T	EJE F-F/4-4	m3	1.46	665.41	970.17	NIVEL 2							SECTOR 2							1.5.2	C-1-T	EJE B-B/2-2	m3	1.24	698.69	867.77	1.5.2	C-1-T	EJE D-D/2-2	m3	1.24	698.69	867.77	1.5.2	C-1-T	EJE F-F/2-2	m3	1.24	698.69	867.77	SECTOR 4							1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	1.24	698.69	867.77	1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	1.24	698.69	867.77	1.5.2	C-1-T	EJE F-F/4-4	m3	1.24	698.69	867.77	NIVEL 3							SECTOR 2							1.5.2	C-1-T	EJE B-B/2-2	m3	1.24	698.69	867.77	1.5.2	C-1-T	EJE D-D/2-2	m3	1.24	698.69	867.77	1.5.2	C-1-T	EJE F-F/2-2	m3	1.24	698.69	867.77	SECTOR 4							1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	1.24	698.69	867.77	1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	1.24	698.69	867.77
01 PARTIDAS	1.5.2 COLUMNA CONCRET...																																																																																																																																																																																																																					
02 SECTOR	SECTOR 2																																																																																																																																																																																																																					
03 ELEMENTO	C-1-T																																																																																																																																																																																																																					
04 REFERENCIA	EJE F-F/2-2																																																																																																																																																																																																																					
05 NIVEL DE PISO	NIVEL 1																																																																																																																																																																																																																					
UNIDAD	m3																																																																																																																																																																																																																					
ITEM	1.5.2																																																																																																																																																																																																																					
P.U.	665.410000																																																																																																																																																																																																																					
A	B	C	D	E	F	G																																																																																																																																																																																																																
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	VOLUMEN	P.U.	TOTAL PRECIO																																																																																																																																																																																																																
NIVEL 1																																																																																																																																																																																																																						
SECTOR 2																																																																																																																																																																																																																						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/2-2	m3	1.46	665.41	970.17																																																																																																																																																																																																																
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/2-2	m3	1.46	665.41	970.17																																																																																																																																																																																																																
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/2-2	m3	1.46	665.41	970.17																																																																																																																																																																																																																
SECTOR 4																																																																																																																																																																																																																						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	1.46	665.41	970.17																																																																																																																																																																																																																
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	1.46	665.41	970.17																																																																																																																																																																																																																
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/4-4	m3	1.46	665.41	970.17																																																																																																																																																																																																																
NIVEL 2																																																																																																																																																																																																																						
SECTOR 2																																																																																																																																																																																																																						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/2-2	m3	1.24	698.69	867.77																																																																																																																																																																																																																
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/2-2	m3	1.24	698.69	867.77																																																																																																																																																																																																																
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/2-2	m3	1.24	698.69	867.77																																																																																																																																																																																																																
SECTOR 4																																																																																																																																																																																																																						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	1.24	698.69	867.77																																																																																																																																																																																																																
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	1.24	698.69	867.77																																																																																																																																																																																																																
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/4-4	m3	1.24	698.69	867.77																																																																																																																																																																																																																
NIVEL 3																																																																																																																																																																																																																						
SECTOR 2																																																																																																																																																																																																																						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/2-2	m3	1.24	698.69	867.77																																																																																																																																																																																																																
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/2-2	m3	1.24	698.69	867.77																																																																																																																																																																																																																
1.5.2	C-1-T	EJE F-F/2-2	m3	1.24	698.69	867.77																																																																																																																																																																																																																
SECTOR 4																																																																																																																																																																																																																						
1.5.2	C-1-T	EJE B-B/4-4	m3	1.24	698.69	867.77																																																																																																																																																																																																																
1.5.2	C-1-T	EJE D-D/4-4	m3	1.24	698.69	867.77																																																																																																																																																																																																																





1



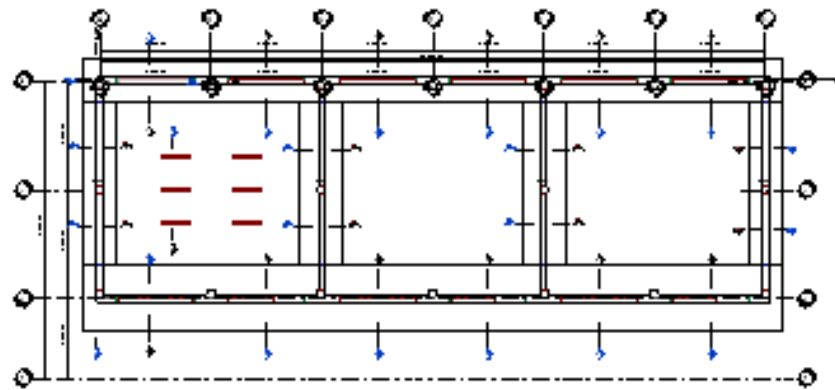
2

3



4

<b>USS</b>		
		P. Q.



NO.	DESCRIPTION	UNIT	QTY	AMOUNT
<b>REINFORCEMENT</b>				
1.	BAR	kg	1000	1000
2.	WIRE	kg	500	500
3.	ANCHOR	kg	200	200
4.	CLIP	kg	100	100
5.	WELD	kg	50	50

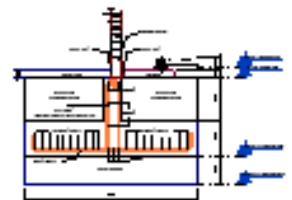
NO.	DESCRIPTION	UNIT	QTY	AMOUNT
<b>FORMWORK</b>				
1.	FORM	m <sup>2</sup>	100	100
2.	BRACE	kg	50	50
3.	POST	kg	20	20
4.	WALNUT	kg	10	10
5.	CLIP	kg	5	5

NO.	DESCRIPTION	UNIT	QTY	AMOUNT
<b>CONCRETE</b>				
1.	CONCRETE	m <sup>3</sup>	10	10
2.	GRAVEL	m <sup>3</sup>	5	5
3.	SAND	m <sup>3</sup>	2	2
4.	WATER	m <sup>3</sup>	1	1
5.	ADDITIONAL	m <sup>3</sup>	0.5	0.5

SECTION 11-11

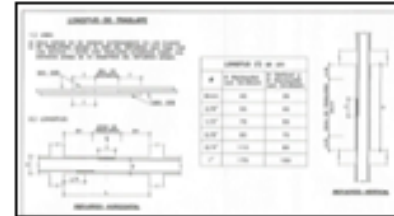


SECTION 11-11

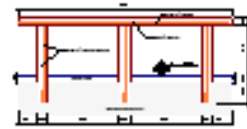


SECTION 11-12

NO.	DESCRIPTION	UNIT	QTY	AMOUNT
<b>REINFORCEMENT</b>				
1.	BAR	kg	1000	1000
2.	WIRE	kg	500	500
3.	ANCHOR	kg	200	200
4.	CLIP	kg	100	100
5.	WELD	kg	50	50



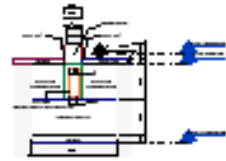
NO.	DESCRIPTION	UNIT	QTY	AMOUNT
<b>REINFORCEMENT</b>				
1.	BAR	kg	1000	1000
2.	WIRE	kg	500	500
3.	ANCHOR	kg	200	200
4.	CLIP	kg	100	100
5.	WELD	kg	50	50



SECTION 11-14

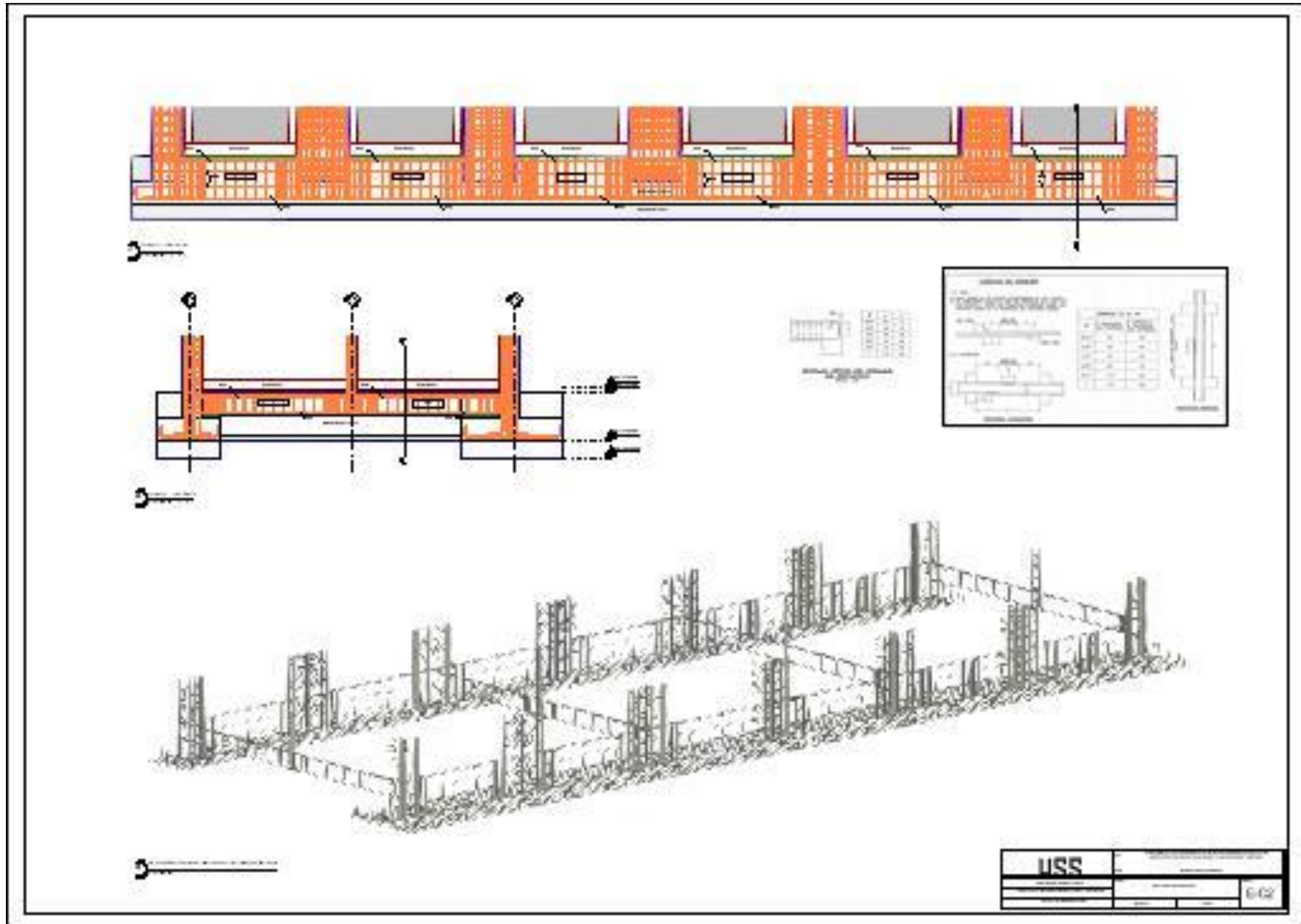


SECTION 11-15



SECTION 11-16

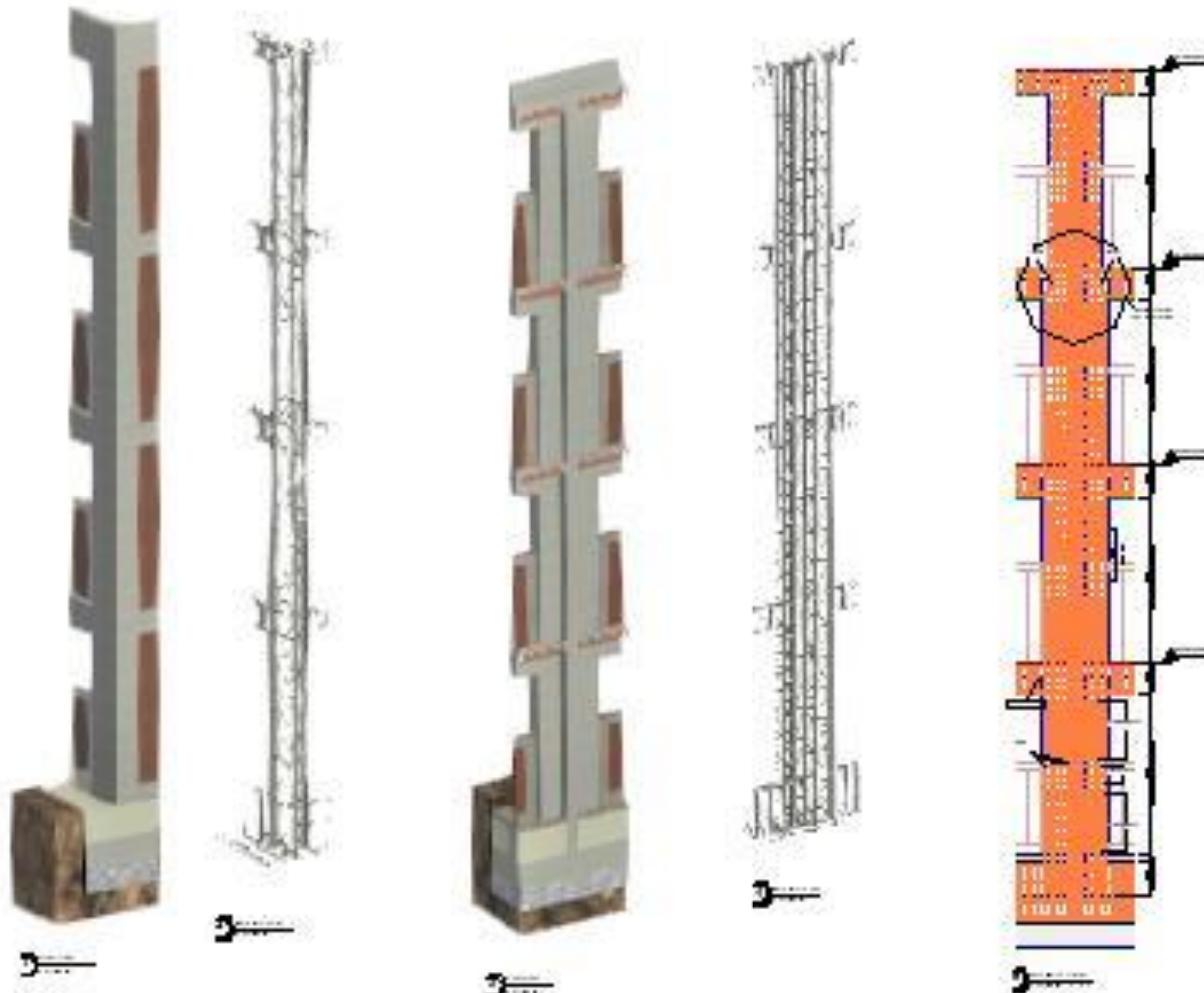
<b>USS</b>	PROJECT NO.	DATE	<b>E-C1</b>
	REVISION	BY	





TIPO DE CUBIERTA Y PLAZA

TIPO	DESCRIPCIÓN	PLAZA
1	 CUBIERTA PLANA CONCRETO ISOLACIÓN ACABADO	1
2	 CUBIERTA PLANA CONCRETO ISOLACIÓN ACABADO	2
3	 CUBIERTA PLANA CONCRETO ISOLACIÓN ACABADO DRENAJE	3
4	 CUBIERTA PLANA CONCRETO ISOLACIÓN ACABADO DRENAJE	4
5	 CUBIERTA PLANA CONCRETO ISOLACIÓN ACABADO DRENAJE	5
6	 CUBIERTA PLANA CONCRETO ISOLACIÓN ACABADO DRENAJE	6



USS	PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL TEMPLO DE SAN JUAN DE LOS RIOS	
	PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL TEMPLO DE SAN JUAN DE LOS RIOS	60P

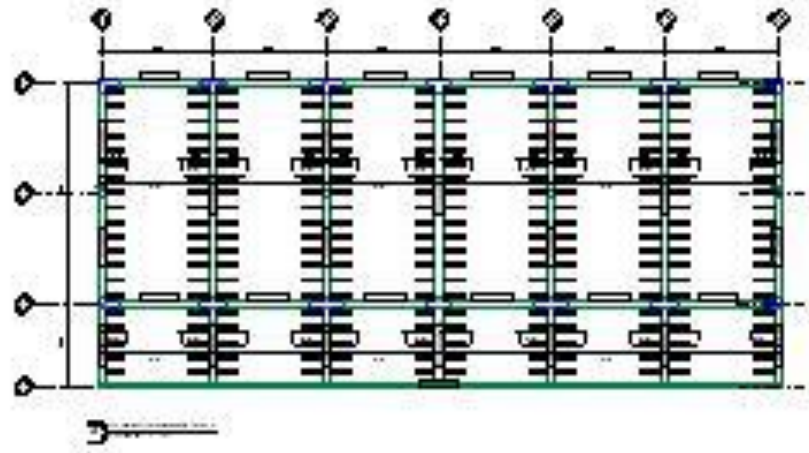
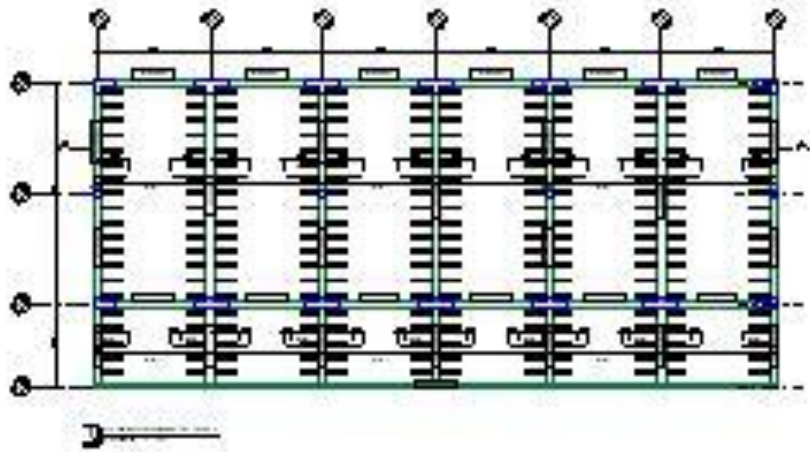


TABLE OF CONTENTS

1. GENERAL INFORMATION	1
2. DESIGN DATA	2
3. DESIGN RESULTS	3
4. REINFORCEMENT DETAILS	4
5. CONSTRUCTION NOTES	5



NO.	DESCRIPTION	QTY	UNIT
1	REINFORCEMENT BAR	100	M
2	CONCRETE	10	M <sup>3</sup>
3	FORMWORK	100	M <sup>2</sup>

DESIGN DATA

Slab Thickness: 150 mm

Concrete Strength: 25 MPa

Steel Strength: 420 MPa

Design Load: 15 kN/m<sup>2</sup>

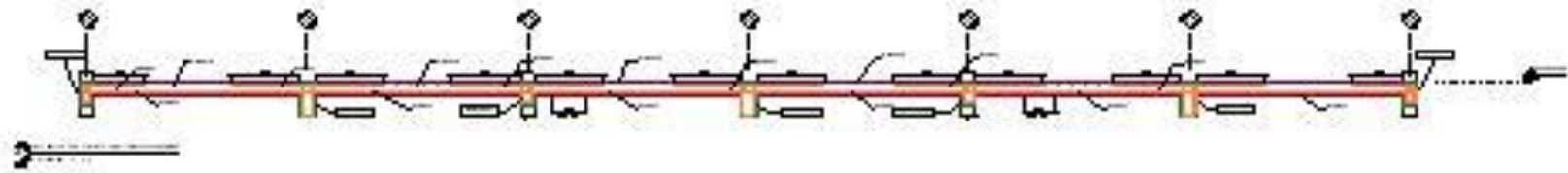
DESIGN RESULTS

Moment Capacity: 10 kNm

Shear Capacity: 10 kN

Deflection: 5 mm

<b>ISS</b>		6/7	
------------	--	-----	--



USS		
		642

