

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DE SISTEMAS DE MODELAMIENTO POR ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN ENTRE LOS SOFTWARE MIDAS GEN Y ETABS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS EN EL LABORATORIO DE ESTRUCTURAS EPIC-UNSAAC, CUSCO 2018.**

**Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**Presentado por:**

<b>MATHEUS PEÑA, Lidver Percy</b>	<b>113533</b>
<b>ORELLANA QUISPE, Saúl Renato</b>	<b>114098</b>

**Asesor:**

**ING. NIETO PALOMINO, Danny Teófilo**

**CUSCO – PERÚ  
2021**



## DEDICATORIA

A Dios por ser la fuente de mi esperanza y fe.

A mis padres por haberme guiado y sostenido en todo este largo camino.

A mis hermanos por formar parte importante de mi vida.

**Bchr. Saúl Renato Orellana Quispe**



A mis padres y hermanos por darme el apoyo incondicional y la motivación para poder superarme día a día y lograr cada una de mis metas de vida.

**Bchr. Lidver Percy Matheus Peña**



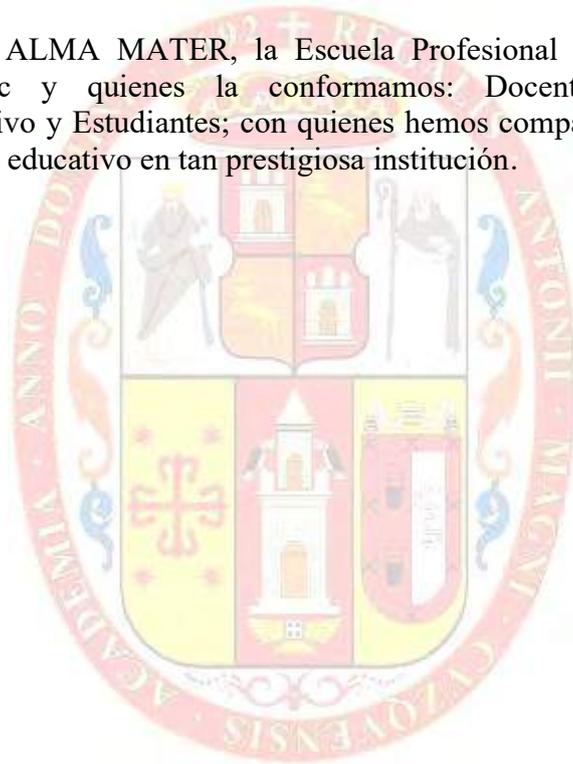
## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se lo agradecemos a:

NUESTRO ASESOR, Ing. Danny Teófilo Nieto Palomino, por habernos brindado su apoyo y conocimientos con gran paciencia y dedicación, así como también por todas las reflexiones que nos inspiran a conservar la fe para vivir en un mundo mejor.

NUESTROS JURADOS DE TESIS, en quienes siempre hemos encontrado el apoyo incondicional en cuanto a la búsqueda de información, consultas, que nos han servido para avizorar de mejor manera el rumbo de nuestra tesis.

NUESTRA ALMA MATER, la Escuela Profesional de Ingeniería Civil-Unsaac y quienes la conformamos: Docentes, Personal Administrativo y Estudiantes; con quienes hemos compartido durante este proceso educativo en tan prestigiosa institución.





## CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN .....	17
ABSTRACT.....	18
CAPÍTULO I .....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Identificación Del Problema.....	1
1.2. Formulación Del Problema Objeto De Investigación .....	1
1.2.1. Problema General.....	1
1.2.2. Problemas Específicos.....	1
1.3. Justificación e Importancia Del Problema .....	2
1.4. Limitaciones y Viabilidad Del Proyecto .....	2
1.4.1. Limitaciones .....	2
1.4.2. Viabilidad.....	2
1.5. Objetivos De La Investigación.....	3
1.5.1. Objetivo General .....	3
1.5.2. Objetivos Específicos.....	3
1.6. Hipótesis De La Investigación .....	3
1.6.1. Hipótesis General .....	3
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	3
1.7. Metodología .....	4
1.7.1. Variables Independientes .....	5



1.7.2. Variables Dependientes.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Definiciones y/o conceptos.....	6
2.2. Antecedentes.....	7
2.2.1. Antecedentes Locales.....	7
2.2.2. Antecedentes Nacionales.....	7
2.2.3. Antecedentes Internacionales.....	8
2.3. Propiedades del Concreto Endurecido.....	8
2.3.1. Resistencia a la Compresión.....	8
2.3.2. Resistencia a la Tensión.....	9
2.3.3. Resistencia a la Flexión.....	9
2.3.4. Resistencia a la Fatiga.....	9
2.3.5. Módulo de Elasticidad.....	9
2.3.6. Módulo de Poisson.....	10
2.3.7. Deformación Progresiva o Creep.....	10
2.3.8. Cálculo de Propiedades Dependientes del Tiempo - Metodo ACI 209R-92.....	10
2.3.9. Acero de refuerzo o Fierro Corrugado ASTM A615-GRADO 60.....	14
2.4. Cargas (Norma Técnica Peruana E-020).....	16
2.4.1. Alcance.....	16
2.4.2. Definiciones.....	16
2.4.3. Carga Muerta.....	17
2.4.4. Carga Viva.....	17



2.4.5. Combinación de cargas .....	20
2.5. Diseño Sismo Resistente de Edificaciones (Norma Técnica Peruana E-030) .....	21
2.5.1. Filosofía y Principios .....	21
2.5.2. Consideraciones Generales .....	21
2.5.3. Peligro Sismico .....	21
2.5.4. Categoría, sistema estructural y regularidad de las edificaciones .....	24
2.6. Modelamiento de Sistemas Estructurales.....	30
2.7. Análisis estructural de Edificaciones .....	30
2.7.1. Análisis Convencional o Dinámico Modal-Espectral .....	31
2.7.2. Procedimiento del Análisis Sísmico Modal Espectral Según NTP E-0.30-2018.....	32
2.7.3. Análisis por Etapas de Construcción.....	34
2.7.4. Procedimiento para Realizar el Análisis por Etapas Constructivas en Midas Gen.....	34
2.8. Requisitos de Rigidez, Resistencia y Ductilidad Según NTP E-0.30-2018.....	35
2.8.1. Determinación de Desplazamientos Laterales .....	35
2.8.2. Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles.....	35
3. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS.....	35
3.1. Encuestas.....	35
3.1.1. Instrumentos de Medición.....	35
3.1.2. Tamaño de la Muestra.....	35
3.1.3. Exploración del Concepto .....	36
3.1.4. Análisis Descriptivo de Datos.....	46
3.1.5. Medidas de Tendencia Central.....	46
3.1.6. Medidas de Dispersión.....	51



3.1.7. Resumen e Interpretación de Resultados .....	55
3.2. Muestreo de Edificaciones .....	77
3.2.1. Objetivo.....	77
3.2.2. Procedimiento.....	77
3.2.3. Resultados del Análisis Estadístico Mediante el Software SPSS 25 .....	82
3.2.4. Resultados de las Características Representativas de las Edificaciones .....	89
CAPÍTULO IV.....	91
4. ANALISIS ESTATICO/DINAMICO LINEAL DE EDIFICACION REPRESENTATIVA.....	91
4.1. Arquitectura y Distribución del Proyecto en Estudio.....	91
4.2. Normas Empleadas.....	91
4.3. Especificaciones Técnicas de Materiales Empleados .....	92
4.4. Características del Terreno.....	92
4.5. Consideraciones Técnicas RNE .....	92
4.5.1. Zonificación .....	92
4.5.2. Parámetros de sitio .....	92
4.5.3. Categoría del Edificio.....	92
4.5.4. Periodo Fundamental de Vibración RNE E.030 .....	92
4.6. Metrado de Cargas .....	94
4.6.1. Sobre Carga Permanente .....	94
4.6.2. Sobre Carga Permanente en aligerados.....	94
4.6.3. Sobre Carga Permanente en Muros.....	94
4.6.4. Resumen de Cargas a Aplicarse en el Modelo .....	95



4.7. Modelos de Calibración Midas Gen – Etabs.....	97
4.7.1. Consideraciones para el Modelado .....	99
4.7.2. Análisis Modal Espectral en los Modelos de Calibración.....	99
4.7.3. Cálculo de la Masa Participativa en los Modelos de Calibración.....	101
4.8. Análisis Convencional- Etabs.....	101
4.8.1. Análisis Estático.....	101
4.8.2. Análisis Dinámico Lineal-Etabs.....	110
4.9. Análisis Convencional-Midas Gen.....	121
4.9.1. Análisis Estático Lineal -Midas Gen v2019.....	121
4.9.2. Análisis Dinámico Lineal haciendo uso del programa Midas Gen v2019.....	126
CAPÍTULO V.....	136
5. ANÁLISIS DE EDIFICACIÓN REPRESENTATIVA POR ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN .....	136
5.1. Cálculo de Creep- Fluencia del Concreto Según ACI 209R-92.....	136
5.2. Shrinkage - Retracción Del Concreto.....	138
5.3. Modelamiento por Etapas Constructivas-Etabs .....	140
5.3.1. Definición de Propiedades del Concreto Dependiente del Tiempo .....	140
5.3.2. Definición de Caso de Carga-Secuencia Constructiva Time .....	141
5.3.3. Desplazamientos por Ejes .....	145
5.3.4. Desplazamientos Totales.....	147
5.3.5. Derivas .....	148
5.3.6. Momentos.....	149
5.4. Análisis Estático No Lineal por Secuencia constructiva Mediante Midas Gen.....	154



5.4.1. Definición de propiedades de los materiales.....	154
5.4.2. Definición de propiedades de sección.....	155
5.4.3. Definición de grupos de Elementos, Cargas y Condiciones de Borde.....	155
5.4.4. Definición de Materiales Dependientes del Tiempo (Concreto).....	156
5.4.5. Enlace de Propiedades del Material Respecto a sus Propiedades Dependientes del Tiempo.....	157
5.4.6. Realizar la Corrida del Modelo Considerando el Efecto Dependiente del Tiempo; Casos de Carga para Distinguirlos de la Carga Muerta.....	158
5.4.7. Desplazamientos Obtenidos por el Análisis de Secuencia Respecto al Peso Propio.	159
5.4.8. Deformación de la acumulada total de la estructura.....	161
5.4.9. Fuerzas Resultantes del Análisis de Secuencia Constructiva.....	173
6. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	175
6.1. Diseño de Vigas Según ACI 318-14.....	175
6.1.1. Sección de la Viga.....	175
6.1.2. Diámetros y Áreas de Barra de Acero de Refuerzo.....	175
6.1.3. Materiales.....	175
6.1.4. Longitud.....	176
6.1.5. Revisión de Límites Dimensionales.....	176
6.1.6. Diseño del Refuerzo Longitudinal.....	177
6.2. Diseño de Columnas de Pórticos Especiales a Momento Según ACI 318-14.....	180
6.2.1. Límites Dimensionales.....	180
6.2.2. Resistencia Mínima a Flexión.....	180



6.2.3. Refuerzo Longitudinal.....	182
6.2.4. Diseño por Flexo compresión .....	182
6.3. Diseño de Muros de Corte.....	184
6.3.1. Generalidades:.....	184
6.3.2. Calculo: .....	185
6.3.3. Diseño de Elementos de Borde. ....	189
6.4. Análisis y Diseño de Losas Aligeradas .....	193
6.4.1. Conceptos Fundamentales.....	193
6.4.2. Predimensionamiento.....	194
6.4.3. Metrado de cargas.....	195
6.4.4. Diagrama de Momentos Calculado en el Programa Midas Gen. ....	195
6.4.5. Cálculo de las Cuantías de Acero por Flexión. ....	196
6.4.6. Cálculo de Cuantías de Acero por Flexión en el Programa Midas Gen.....	196
6.4.7. Verificación por corte.....	197
6.4.8. Cálculo de las deflexiones.....	198
CAPÍTULO VII .....	203
7. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS .....	203
7.1. Resumen Resultados Encuestas .....	203
7.2. Resumen Muestreo.....	205
7.3. Comparación de Resultados Obtenidos en Modelamientos.....	205
7.3.1. Comparación de Resultados Obtenidos en Modelamiento con software Etabs.....	205
7.3.2. Comparación de Resultados Obtenidos con el Software Midas Gen.....	207



CAPÍTULO VIII.....209

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....209

8.1.1. Conclusiones .....209

8.1.2. Recomendaciones.....210

BIBLIOGRAFÍA .....211

ANEXOS .....216





## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Deformación Progresiva en el Concreto</i> .....	10
Figura 2	<i>Zonas Sísmicas</i> .....	22
Figura 3	<i>Definición de Grupos</i> .....	52
Figura 4	<i>Gráfico de Barras-Número de Pisos</i> .....	83
Figura 5	<i>Gráfico de Barras- Uso de la Edificación</i> .....	84
Figura 6	<i>Gráfico de Barras- Ubicación con Respecto a la Manzana</i> .....	85
Figura 7	<i>Sistema Estructural</i> .....	86
Figura 8	<i>Gráfico de Barras-Regularidad del Área en Planta</i> .....	87
Figura 9	<i>Gráfico de Barras-Volado</i> .....	88
Figura 10	<i>Gráfico de Barras-Azotea</i> .....	89
Figura 11	<i>Distribución en Planta-Midas Gen</i> .....	91
Figura 12	<i>Distribución en Planta- Etabs</i> .....	91
Figura 13	<i>Modelo de Calibración-Midas Gen</i> .....	97
Figura 14	<i>Modelo de Calibración-Etabs</i> .....	97
Figura 15	<i>Comparación de Periodos en Etabs y Midas Gen</i> .....	100
Figura 16	<i>Fuerzas Cortantes por Nivel Eje X</i> .....	110
Figura 17	<i>Fuerzas Cortantes por Nivel Eje Y</i> .....	110
Figura 18	<i>Espectro de Pseudo-Aceleraciones-Dirección X</i> .....	112
Figura 19	<i>Espectro de Pseudo-Aceleraciones -Dirección Y</i> .....	112
Figura 20	<i>Espectro de Pseudo-Aceleraciones-Dirección Z</i> .....	113
Figura 21	<i>Factores de Escalamiento de Cortantes-Etabs</i> .....	121
Figura 22	<i>Espectro de Respuesta en Dirección X-X</i> .....	127
Figura 23	<i>Espectro de Respuesta en Dirección Y-Y</i> .....	128
Figura 24	<i>Espectro de Respuesta en Dirección Z-Z</i> .....	128
Figura 25	<i>Definición de Propiedades del Concreto Dependientes del Tiempo</i> .....	140
Figura 26	<i>Definición del Creep en el Tiempo</i> .....	141
Figura 27	<i>Definición del Caso de Carga-Secuencia Constructiva Time</i> .....	142
Figura 28	<i>Definición de las Grupos Asumidos por Etapa Constructiva</i> .....	143
Figura 29	<i>Detalle de Grupos o Etapas Definidas</i> .....	144
Figura 30	<i>Detalle de Definición de Grupos o Etapas</i> .....	145



Figura 31	<i>Desplazamientos por Ejes-Secuencia Constructiva a los 10000 Días</i>	145
Figura 32	<i>Desplazamientos por Ejes-Secuencia Constructiva Terminada la Ultima Etapa</i>	146
Figura 33	<i>Desplazamientos por Ejes-Peso Propio</i>	146
Figura 34	<i>Desplazamientos Totales-Etapas Constructivas</i>	147
Figura 35	<i>Desplazamientos Totales-Secuencia Constructiva a los 10000 Días</i>	147
Figura 36	<i>Desplazamientos Totales-Peso Propio</i>	148
Figura 37	<i>Derivas-Peso Propio vs Secuencia Constructiva</i>	148
Figura 38	<i>Momentos en Elementos Frame-Secuencia Constructiva-Elevación 2</i>	149
Figura 39	<i>Momentos en Elementos Frame-PP-Elevación 2</i>	150
Figura 40	<i>Momentos en Elementos Frame-Secuencia Constructiva-Elevación 2-Step6/69</i>	150
Figura 41	<i>Momentos en Elementos Frame-Secuencia Constructiva-Elevación 2-Step 23/69</i>	151
Figura 42	<i>Momentos en Elementos Frame-Secuencia Constructiva-Elevación 2-Step 47/69</i>	151
Figura 43	<i>Momentos en Columnas-Etapas Constructivas &amp; Peso Propio-Elevación 2</i>	152
Figura 44	<i>Cortantes-Peso Propio &amp; Secuencia Constructiva-Elevación 2</i>	153
Figura 45	<i>Propiedades Mecánicas del Concreto</i>	155
Figura 46	<i>Propiedades Geométricas de Secciones de Elementos Estructurales</i>	155
Figura 47	<i>Definición de Grupos</i>	156
Figura 48	<i>Definición de Parámetros de Creep y Shrinkage</i>	157
Figura 49	<i>Creep vs Tiempo</i>	157
Figura 50	<i>Definición de Material y sus Propiedades Dependientes del Tiempo</i>	158
Figura 51	<i>Definición de Etapas de Construcción en Midas Gen</i>	158
Figura 52	<i>DXYZ-Análisis Estático No Lineal para el Caso de Carga Peso Propio</i>	159
Figura 53	<i>DXYZ-Análisis Estático No Lineal Por Secuencia Constructiva PP-Creep</i>	160
Figura 54	<i>Análisis Estático No Lineal por Secuencia PP-Shrinkage</i>	160
Figura 55	<i>DXYZ-Análisis Estático No Lineal por Secuencia Constructiva -PP- Shrinkage +Creep</i>	161
Figura 56	<i>Columna con Mayores Deformaciones a Analizarse</i>	161
Figura 57	<i>Deformación total acumulada – Base a Semi sótano</i>	162
Figura 58	<i>Deformación total acumulada – Base a Segundo Nivel</i>	162



Figura 59 <i>Deformación total acumulada – Base a Tercer Nivel</i> .....	163
Figura 60 <i>Deformación total acumulada – Base a Cuarto Nivel</i> .....	163
Figura 61 <i>Deformación total acumulada – Base a Quinto Nivel</i> .....	164
Figura 62 <i>Deformación total acumulada – Base a Sexto Nivel</i> .....	164
Figura 63 <i>Deformación total acumulada – Base a Segundo Nivel</i> .....	165
Figura 64 <i>Deformación total acumulada – Base a Octavo Nivel</i> .....	165
Figura 65 <i>Deformación total acumulada – Base a Noveno Nivel</i> .....	166
Figura 66 <i>Deformación total acumulada – Base a Noveno Nivel (Tiempo 5 Años)</i> .....	166
Figura 67 <i>Deformación total acumulada – Base a Noveno Nivel (Tiempo 10000 Dias)</i> .....	167
Figura 68 <i>Columna Cercana a Bloque de Mayor Rigidez</i> .....	167
Figura 69 <i>Deformación total Acumulada – Base a Noveno Nivel</i> .....	168
Figura 70 <i>Deformación total acumulada – Base a Octavo Nivel</i> .....	168
Figura 71 <i>Deformación total acumulada – Base a Séptimo Nivel</i> .....	169
Figura 72 <i>Deformación total acumulada – Base a Sexto Nivel</i> .....	169
Figura 73 <i>Deformación total acumulada – Base a Quinto Nivel</i> .....	170
Figura 74 <i>Deformación total acumulada – Base a Cuarto Nivel</i> .....	170
Figura 75 <i>Deformación total acumulada – Base a Segundo Nivel</i> .....	171
Figura 76 <i>Deformación total acumulada – Base a Primer Nivel</i> .....	171
Figura 77 <i>Deformación total acumulada – Base a Semi sótano</i> .....	172
Figura 78 <i>Deformación total acumulada – Base a Sótano</i> .....	172
Figura 79 <i>Momentos YY-PP-Análisis Estático</i> .....	173
Figura 80 <i>Momentos YY-Creep y Shrinkage</i> .....	173
Figura 81 <i>Momentos YY-Efectos Creep y Shrinkage (Eje Mayor)</i> .....	174
Figura 82 <i>Configuración de Coeficientes para Diseño según ACI 318</i> .....	186



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Dimensiones y Pesos Nominales del Acero de Refuerzo</i>	15
Tabla 2 <i>Cargas Vivas Mínimas Repartidas</i>	17
Tabla 3 <i>Carga Viva para Barandas y Parapetos</i>	19
Tabla 4 <i>Factor de Carga Viva sobre el Elemento</i>	20
Tabla 5 <i>Factor del suelo "S"</i>	23
Tabla 6 <i>Períodos <math>T_p</math> y <math>T_s</math></i>	23
Tabla 7 <i>Categoría de las Edificaciones y Factor U</i>	24
Tabla 8 <i>Categoría y Sistema Estructural de las Edificaciones</i>	26
Tabla 9 <i>Sistemas Estructurales</i>	27
Tabla 10 <i>Irregularidades Estructurales en Altura</i>	28
Tabla 11 <i>Irregularidades Estructurales en Planta</i>	29
Tabla 12 <i>Límites para la Distorsión de Entrepiso</i>	35
Tabla 13 <i>Relación de Variables con las Preguntas Planteadas en el Cuestionario.</i>	37
Tabla 14 <i>Resultados Obtenidos en Programa IBM SPSS al Aplicar la Prueba de W de Kendall.</i>	39
Tabla 15 <i>Resultados Programa IBM SPSS del Análisis Rango de Valores en Variables Propuestas.</i>	39
Tabla 16 <i>Resultados Programa IBM SPSS al Realizar la Prueba de KMO y Bartlett.</i>	40
Tabla 17 <i>Resultados Obtenidos en Programa IBM SPSS al Realizar la Prueba de Comunalidades.</i>	41
Tabla 18 <i>Matriz de Componente Rotado "a" Obtenidos en Programa IBM SPSS.</i>	42
Tabla 19 <i>Escala de Interpretación de la Magnitud del Coeficiente de Correlación</i>	44
Tabla 20 <i>Cálculo del Alfa de Cronbach en Actividades de Desencofrado</i>	44
Tabla 21 <i>Cálculo de Estadísticas de Fiabilidad en Actividades de Desencofrado</i>	44
Tabla 22 <i>Cálculo del Alfa de Cronbach según Orden de Actividades</i>	45
Tabla 23 <i>Cálculo de Estadísticas de Fiabilidad según Orden de Actividades</i>	46
Tabla 24 <i>Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 1-4.</i>	47
Tabla 25 <i>Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 5-8.</i>	47



Tabla 26 <i>Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 9-12.</i>	48
Tabla 27 <i>Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 13-16.</i>	48
Tabla 28 <i>Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 17-20.</i>	49
Tabla 29 <i>Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 21-23.</i>	49
Tabla 30 <i>Medidas de Tendencia Central Obtenidas de IBM SPSS, Variables 24-27.</i>	50
Tabla 31 <i>Medidas de Tendencia Central Obtenidas de IBM SPSS, Variables 28-31.</i>	50
Tabla 32 <i>Estadísticos Descriptivos</i>	53
Tabla 33 <i>Resumen e Interpretación de Resultados</i>	55
Tabla 34 <i>Rendimientos de Mano de Obra -Partidas de Estructuras en la Ciudad del Cusco</i>	56
Tabla 35 <i>Rendimiento de Mano de Obra Para Trabajos de Albañilería</i>	57
Tabla 36 <i>Rendimiento de Mano de Obra Para Trabajos de Revestimientos</i>	58
Tabla 37 <i>Duración del Proceso Constructivo del Vaciado de Columnas</i>	58
Tabla 38 <i>Duración del Proceso Constructivo del Encofrado de Columnas</i>	59
Tabla 39 <i>Duración del Proceso Constructivo del Desencofrado de Columnas</i>	59
Tabla 40 <i>Duración del Proceso Constructivo del Vaciado de Placas</i>	60
Tabla 41 <i>Duración del Proceso Constructivo del Encofrado de Placa</i>	60
Tabla 42 <i>Duración del Proceso Constructivo del Desencofrado de Placa.</i>	61
Tabla 43 <i>Duración del Proceso Constructivo del Vaciado de Vigas.</i>	61
Tabla 44 <i>Duración del Proceso Constructivo del Encofrado de Vigas</i>	62
Tabla 45 <i>Duración del Proceso Constructivo del Vaciado de Losa Aligerada y Llena</i>	62
Tabla 46 <i>Duración del Proceso Constructivo del Encofrado de Losa Aligerada y Llena</i>	63
Tabla 47 <i>Duración del Proceso Constructivo del Desencofrado de Losa Aligerada y Llena</i>	64
Tabla 48 <i>Duración del Proceso Constructivo del Asentado Muro de Albañilería.</i>	65
Tabla 49 <i>Duración del Proceso Constructivo del Tarrajeo de Muro Interior.</i>	65
Tabla 50 <i>Duración del Proceso Constructivo del Tarrajeo de Vigas.</i>	66
Tabla 51 <i>Duración del Proceso Constructivo del Tarrajeo de Placa</i>	66
Tabla 52 <i>Duración del Proceso Constructivo del Tarrajeo de Columna.</i>	67



Tabla 53	<i>Duración del Proceso Constructivo Del Empastado Acabado de Cielorraso</i>	67
Tabla 54	<i>Duración del Proceso Constructivo del Vaciado de Falso Piso</i>	68
Tabla 55	<i>Rendimiento de Mano de Obra en Armado de Acero 1/2"</i>	69
Tabla 56	<i>Duración del Proceso Constructivo del Armado de Acero en Columnas</i>	70
Tabla 57	<i>Duración del Proceso Constructivo del Armado de Acero en Placas</i>	70
Tabla 58	<i>Duración del Proceso Constructivo del Armado de Acero en Vigas</i>	71
Tabla 59	<i>Duración del Proceso Constructivo del Armado de Acero en Losa Aligerada.</i>	72
Tabla 60	<i>Duración del Proceso Constructivo del Armado de Acero en Losa Llena</i>	72
Tabla 61	<i>Programación-Sótano</i>	73
Tabla 62	<i>Programación-Semi Sótano</i>	74
Tabla 63	<i>Programación-1er al 8vo Nivel</i>	75
Tabla 64	<i>Programación- Etapa Final</i>	76
Tabla 65	<i>Identificación de Etapas Constructivas</i>	77
Tabla 66	<i>Estadísticos-Número de pisos</i>	82
Tabla 67	<i>Frecuencia y porcentajes-Número de pisos</i>	82
Tabla 68	<i>Estadísticos-Área Aproximada</i>	83
Tabla 69	<i>Estadísticos-Uso de la Edificación</i>	84
Tabla 70	<i>Estadísticos-Ubicación con Respecto a la Manzana</i>	85
Tabla 71	<i>Estadísticos-Sistema Estructural</i>	85
Tabla 72	<i>Frecuencias y Porcentajes-Sistema Estructural</i>	86
Tabla 73	<i>Estadísticos-Regularidad del Área en Planta</i>	86
Tabla 74	<i>Estadísticos-Volados</i>	87
Tabla 75	<i>Estadísticos-Azotea</i>	88
Tabla 76	<i>Resumen Variables Estadísticas</i>	89
Tabla 77	<i>Coficiente Ct</i>	93
Tabla 78	<i>Coficientes para el Cálculo de Periodo Fundamental de Vibración- eje X</i>	93
Tabla 79	<i>Coficientes para el Cálculo de Periodo Fundamental de Vibración-Eje Y</i>	93
Tabla 80	<i>Peso del Tabique-Carga Equivalente</i>	94
Tabla 81	<i>Cargas Aplicadas al Modelo de Calibración</i>	98
Tabla 82	<i>Cálculo de Carga Duplicada en el Modelo Elaborado en Midas Gen</i>	98
Tabla 83	<i>Frecuencias y Periodos de Vibración Modelo de Calibración</i>	99



Tabla 84	<i>Análisis Modal Modelo de Calibración</i>	100
Tabla 85	<i>Porcentaje de Participación de Masas-Modelo de Calibración</i>	101
Tabla 86	<i>Rango de Masa Participativa en el Análisis Modal.</i>	101
Tabla 87	<i>Modos-Periodos de Vibración</i>	102
Tabla 88	<i>Porcentajes de Masa Participativa en el Análisis Modal</i>	103
Tabla 89	<i>Cortante en las direcciones X e Y</i>	104
Tabla 90	<i>Fuerza Cortante-Dir X-X</i>	104
Tabla 91	<i>Desplazamiento del Centro de Masas del Diafragma</i>	104
Tabla 92	<i>Fuerza Cortante y Pesos por Nivel</i>	105
Tabla 93	<i>Registro de Masa por Pisos</i>	105
Tabla 94	<i>Fuerza Cortante-Dir Y-Y</i>	106
Tabla 95	<i>Desplazamiento del Centro de Masas del Diafragma</i>	106
Tabla 96	<i>Cálculo de Periodos</i>	106
Tabla 97	<i>Sistema Estructural - Dirección X</i>	107
Tabla 98	<i>Sistema Estructural - Dirección Y</i>	107
Tabla 99	<i>Factor de Amplificación Sísmica C</i>	108
Tabla 100	<i>Coficiente de Cortante Basal en Eje X</i>	108
Tabla 101	<i>Factor de Amplificación Sísmica C</i>	108
Tabla 102	<i>Coficiente de Cortante Basal Dir. Y-Y</i>	109
Tabla 103	<i>Resumen de Masas por Pisos</i>	109
Tabla 104	<i>Peso y Cortante Basal en Direcciones X e Y de la Estructura.</i>	109
Tabla 105	<i>Factor de Sistema Estructural "R" Dirección X-X</i>	110
Tabla 106	<i>Factor de Sistema Estructural "R" Dirección Y-Y</i>	111
Tabla 107	<i>Parámetros Sísmicos Dir. X-X</i>	111
Tabla 108	<i>Parámetros Sísmicos Dir. Y-Y</i>	111
Tabla 109	<i>Verificación de Irregularidad por Piso Blando</i>	114
Tabla 110	<i>Verificación de irregularidad por piso débil</i>	116
Tabla 111	<i>Verificación de Irregularidad de Masa o Peso</i>	116
Tabla 112	<i>Verificación de Irregularidad en Planta Torsional</i>	117
Tabla 113	<i>Verificación de la Irregularidad Torsional Eje Y</i>	117
Tabla 114	<i>Verificación Irregularidad Por Esquinas Entrantes</i>	118



Tabla 115	<i>Verificación por Discontinuidad de Diafragma</i>	118
Tabla 116	<i>Verificación de Excentricidades</i>	119
Tabla 117	<i>Valores Máximos de las Excentricidades en las Direcciones X e Y</i>	119
Tabla 118	<i>Determinación de la Cortante Basal Dinámica</i>	119
Tabla 119	<i>Determinación de los Coeficientes de Escala Dinámico-Estático</i>	120
Tabla 120	<i>Fuerzas en Elementos Frame y Planar en Nivel Techo de Sótano</i>	122
Tabla 121	<i>Verificación de Sistema Estructural en Ejes X e Y</i>	122
Tabla 122	<i>Periodos de Vibración</i>	123
Tabla 123	<i>Masas Participativas</i>	124
Tabla 124	<i>Cálculo del Factor K, Eje X</i>	125
Tabla 125	<i>Cálculo del Factor K, eje Y</i>	125
Tabla 126	<i>Coeficiente del Cortante Basal Eje X</i>	125
Tabla 127	<i>Coeficiente del Cortante Basal Eje Y</i>	125
Tabla 128	<i>Cortante Basal Estática</i>	126
Tabla 129	<i>Resumen de Valores de Fuerzas Cortantes por Eje</i>	126
Tabla 130	<i>Factor de Sistema Estructural "R" Dirección X-X</i>	126
Tabla 131	<i>Factor de sistema estructural "R" dirección Y-Y</i>	127
Tabla 132	<i>Parámetros-Espectro de Respuesta, Direcciones X e Y</i>	127
Tabla 133	<i>Verificación de Irregularidad por Piso Blando Eje X e Y (OJO)</i>	130
Tabla 134	<i>Verificación de Irregularidad por Piso Débil</i>	131
Tabla 135	<i>Peso por Pisos</i>	132
Tabla 136	<i>Verificación Irregularidad de Masa</i>	132
Tabla 137	<i>Verificación Irregularidad Torsional- Dir Y-Y</i>	133
Tabla 138	<i>Verificación Irregularidad Torsional Dir X-X</i>	133
Tabla 139	<i>Verificación por Esquinas Entrantes</i>	134
Tabla 140	<i>Cortante Dinámica por Pisos</i>	134
Tabla 141	<i>Escalamiento de Fuerzas Cortantes</i>	134
Tabla 142	<i>Verificación de Derivas Máximas</i>	135
Tabla 143	<i>Resumen Encuestas</i>	203
Tabla 144	<i>Resumen Variables Estadísticas Muestreo</i>	205



## RESUMEN

En la presente tesis de investigación se realiza la comparación de modelamientos de edificaciones por los métodos "Convencional" (análisis del modelo completo – estático/dinámico según NTP E-0.30) y por Etapas Constructivas (análisis estático no lineal) de una edificación representativa del distrito de Wanchaq-Cusco.

Tal edificación se determinó mediante muestreos, asimismo para la determinación de los periodos de tiempo de ejecución de elementos estructurales en la ciudad del Cusco se realizó encuestas con el riguroso análisis estadístico; con intención de dar respuesta al grado de influencia que puede tener el realizar un análisis por Secuencia Constructiva en edificaciones reales, así mismo poder analizar la tendencia de los periodos de tiempo de los procesos constructivos en esta ciudad y su influencia sobre la respuesta estructural

Los análisis estructurales se realizaron con los softwares Etabs versión 2018 y Midas Gen v2019, esta última con el fin de implementación a nivel de usuario como estudiantes de la facultad de Ingeniería Civil-Unsaac.

En el análisis de los resultados se realizó la comparación entre los modelos por Etapas Constructivas vs el modelo Convencional con caso de carga Peso Propio; en el que se encontró que en el modelo por Secuencia Constructiva, al comparar elementos verticales (columnas) los momentos son mayores entre un 20 a 30%, mientras que en esfuerzos cortantes se aprecian valores ligeramente menores en los primeros niveles y valores entre un 15-20% inferiores al modelo por Peso Propio; en cuanto a elementos Frame(vigas) se aprecia también valores superiores en un 20% en el modelo por Etapas Constructivas.



## ABSTRACT

In this research thesis, the comparison of building modeling is carried out by the "Conventional" methods (analysis of the complete model - static / dynamic according to NTP E-0.30) and by Construction Stages (non-linear static analysis) of a representative building of the Wanchaq-Cusco district.

Such building was determined through samplings, also for the determination of the execution time periods of structural elements in the city of Cusco, surveys were carried out with rigorous statistical analysis; with the intention of responding to the degree of influence that can have a Construction Sequence analysis in real buildings, likewise to be able to analyze the trend of the time periods of the construction processes in this city and its influence on the structural response

The structural analyzes were carried out with the Etabs version 2018 and Midas Gen v2019 software, the latter for the purpose of implementation at the user level as students of the Faculty of Civil Engineering-Unsaac.

In the analysis of the results, a comparison was made between the models by Constructive Stages vs the Conventional model with load case Own Weight; in which it was found that in the model by Constructive Sequence, when comparing vertical elements (columns) the moments are greater between 20 to 30%, while in shear forces slightly lower values are appreciated in the first levels and values between 15 -20% lower than the model by Own Weight; Regarding Frame elements (beams), values are also higher by 20% in the model by Construction Stages.



## CAPÍTULO I

### 1. Planteamiento del Problema

#### 1.1. Identificación Del Problema

En la ciudad del Cusco, así como en todo el mundo, la industria de la construcción está en busca de la optimización en los tiempos empleados para la ejecución de edificaciones, por lo que existe la tendencia de reducir cada vez más los periodos de tiempo en los procesos constructivos, debido a la rentabilidad que se busca al momento de construir, lo cual hace que el periodo de tiempo entre las etapas de construcción que corresponden a los elementos estructurales sea cada vez menor.

Esto implica que los elementos estructurales tengan que trabajar ante sollicitaciones de carga sin haber alcanzado la resistencia de diseño, lo cual a edades tempranas de fraguado del concreto, podría hacer que sufran ligeras deformaciones y cambios en su comportamiento estructural y al ser acumulados en cada nivel se podría obtener un determinado grado de discrepancia de resultados en comparación al modelamiento inicial, se infiere que ello es directamente proporcional a la cantidad de niveles.

#### 1.2. Formulación Del Problema Objeto De Investigación

##### 1.2.1. Problema General

¿De qué manera influye las Etapas Constructivas de elementos estructurales en la respuesta de la estructura en su conjunto, previsto por los softwares Midas Gen y Etabs en las edificaciones más altas de la ciudad del Cusco?

##### 1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuáles son los periodos de tiempo entre etapas de construcción de elementos estructurales en edificaciones en la ciudad del Cusco?

¿Son adecuados técnicamente los periodos de tiempo utilizados en obra entre las etapas de construcción de elementos estructurales en edificaciones en la ciudad del Cusco?

¿Qué elementos estructurales son más susceptibles a sufrir cambios en su respuesta estructural durante el proceso constructivo?



### **1.3. Justificación e Importancia Del Problema**

En la actualidad los procesos constructivos en la ciudad del Cusco necesitan ser estudiados, ya que por los avances que presenta la industria respecto a los métodos de construcción y crecimiento poblacional obligan a que las edificaciones sean en cuanto diseño y cálculo estructuras más complejas debido a la altura, es así que en dichas estructuras se debe considerar el comportamiento estructural respecto a las cargas sometidas en el proceso de construcción, y así verificar el comportamiento asumido en los cálculos o si estos presentan deficiencias producto de los tiempos de aplicación de cargas en etapas constructivas, estos tiempos son representativos de la ciudad del Cusco.

El uso de programas de análisis en la actualidad representa una gran ventaja en el análisis y diseño de estructuras, ya que pueden ser usados como un gran apoyo en cuanto al tiempo y a la confiabilidad de los resultados, lo que nos permitirá hacer un análisis más completo y poder considerar los efectos que se tienen producto de las etapas de construcción de edificios en la ciudad del Cusco.

### **1.4. Limitaciones y Viabilidad Del Proyecto**

#### **1.4.1. Limitaciones**

La presente investigación está enfocada en el distrito de Wanchaq-Cusco, así mismo el estudio se realizará a aquellos edificios de 9 a más niveles (los más altos en cuanto a número de niveles).

La recolección de información será obtenida mediante encuestas a profesionales técnicos de la construcción.

#### **1.4.2. Viabilidad**

Como insumo principal para la investigación se tiene la necesidad de conocer el número de niveles en una edificación la cual se puede apreciar en todo el distrito de Wanchaq, así mismo los datos respecto a la duración de las etapas que corresponden a la ejecución de elementos estructurales se obtendrán de encuestas planteadas a profesionales de la construcción lo cual es factible, debido a la existencia de un espacio muestras suficiente para la aplicación de dichos métodos de recolección de información.



Así como también, se cuenta con las herramientas computacionales (software) para la realización de modelos que puedan representar las etapas de construcción de una edificación representativa.

## **1.5. Objetivos De La Investigación**

### **1.5.1. Objetivo General**

Determinar el grado de influencia del modelamiento por etapas constructivas vs modelamiento convencional en la respuesta de los elementos estructurales analizado por los softwares Midas Gen y Etabs en edificaciones más altas de la ciudad del Cusco.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Determinar los periodos de tiempo utilizados entre etapas de construcción de elementos estructurales en la ciudad del Cusco.
- Determinar la validez de los periodos de tiempo utilizados entre las etapas de construcción de elementos estructurales en edificaciones en la ciudad del Cusco.
- Determinar los elementos estructurales más susceptibles a sufrir cambios en su respuesta estructural durante el proceso constructivo.

## **1.6. Hipótesis De La Investigación**

### **1.6.1. Hipótesis General**

Existe influencia directa y significativa en la respuesta de los elementos estructurales al considerar el análisis de las etapas constructivas de estos, los que evidenciaremos en los respectivos modelamientos a realizarse en los Software estructurales Etabs y Midas Gen.

### **1.6.2. Hipótesis Específicas**

- Existe la tendencia a reducir los periodos de tiempo utilizados en las etapas constructivas de los elementos estructurales en la ciudad del Cusco.
- Existe correlación directa entre los periodos de tiempo correspondientes a la etapa constructiva de elementos estructurales y sus respuestas estructurales.
- Los elementos estructurales horizontales son más susceptibles a cambiar su respuesta estructural, debido a la disminución de periodos de tiempo entre etapas de construcción de elementos estructurales.



## 1.7. Metodología

Tipo de investigación : De Campo

Nivel de la investigación : Correlacional

“La utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables relacionadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos o casos en una variable, a partir del valor que poseen en la o las variables relacionadas” (Sampieri, 2006).

Sistema de hipótesis : Se formulan hipótesis correlacionales (Sampieri, 2006).

Población y muestra : Se definen los participantes, objetos, fenómenos, sucesos sobre los cuales se habrán de recolectar los datos.

- Delimitar la población: Edificaciones de 9 niveles a más en el distrito de Wanchaq.
- Elegir el método de selección de la muestra: Método no probabilístico
- Precisar el tamaño de la muestra requerido: Fórmula aplicada a poblaciones finitas.

$$n = \frac{z_a^2 pq}{i^2(n-1) + z_a^2 pq}$$

Donde:

n: total de la población

Z<sub>a</sub> = 1.96 (considerando una seguridad del 95%)

p: proporción esperada (en este caso 5%=0.05)

q = 1-p = 1-0.05 = 0.95

d: error (5%)

- Aplicar el procedimiento de selección
- Obtener la muestra.

Métodos y materiales : Hojas electrónicas y hojas físicas.



Técnicas e instrumentos de colección de datos : Encuesta (entrevista y cuestionarios).

Validez y confiabilidad : El instrumento de medición debe demostrar ser confiable y válido respecto a la muestra seleccionada.

La colección de datos para poder estimar tiempos para la ejecución de partidas de estructuras se realizará mediante encuestas, luego se procederá con el modelamiento computacional utilizando software estructurales MIDAS GEN y ETABS replicando en ambos las condiciones establecidas en cada etapa construcción de un proyecto representativo ubicado en el distrito de Wanchaq.

Para hallar respuesta a nuestras hipótesis principales y secundarias se desarrollará de la siguiente manera:

- Modelamiento por etapas de construcción de estructuras duales con ambos softwares.
- Análisis y evaluación de resultados obtenidos para cada uno de los tipos de estructura modelados.
- Obtención de conclusiones, observaciones y recomendaciones.

#### 1.7.1. Variables Independientes

- ✓ Método de modelamiento Convencional y Secuencia Constructiva (Midas Gen y Etabs)
- ✓ Periodos de tiempo en Obra.
- ✓ Periodos de tiempo teórico.
- ✓ Cargas en etapa constructiva.

#### 1.7.2. Variables Dependientes

- ✓ Estado de esfuerzos en elementos estructurales
- ✓ Etapas constructivas de elementos estructurales
- ✓ Desempeño estructural
- ✓ Elementos estructurales.



## CAPÍTULO II

### 2. Marco Teórico

#### 2.1. Definiciones y/o conceptos

- **Análisis.** - Estudio realizado mediante una técnica definida para la mejor comprensión de un determinado tema de estudio.
- **Sistema.** - Conjunto estructurado de unidades estrechamente relacionadas entre sí que contribuyen a un determinado objetivo.
- **Modelar.** – “Representación teórica, generalmente matemática de un sistema o realidad compleja que facilita la comprensión y/o estudio de su comportamiento” (RAE, 2001).
- **Etapas.** – “Período o parte diferenciada en que se divide el desarrollo de una acción o un proceso” (RAE, 2001).
- **Construir.** – “Hacer de nueva planta una obra de arquitectura o ingeniería, un monumento o en general cualquier obra pública” (RAE, 2001).
- **Software.** - Extranjerismo adoptado en la rama de la informática, que refiere a un conjunto de instrucciones, programas y reglas que utilizan las computadoras u ordenadores para la realización de ciertas actividades y/o tareas.
- **Etabs.** – “Software distribuido por CSI (Computes and Structures, Inc), utilizado en el análisis estructural y dimensionamiento de edificios con una experiencia de 40 años de investigación y desarrollo continuo” (CSI España, 2019)
- **Midas Gen.**- “Es un software (1996) de solución integrada para edificios y estructuras generales desarrollada por Midas IT en Corea del Sur 1689, desde el 2018 se distribuye dicho software en países de Latinoamérica” (Midas IT, 2019).  
“Permite hacer análisis de etapas constructivas para propiedades de materiales dependientes del tiempo y análisis etapas de construcción, el análisis P-delta para el cálculo de deflexiones y momentos secundarios, el análisis de pandeo para el cálculo de modos de falla y los límites de fuerza comprensivos y el análisis de



materiales no lineales para la inspección de límites de desplazamiento. También está equipado con funciones avanzadas para el análisis sísmico, puede realizar análisis Pushover, análisis convencional de espectro de respuesta y análisis de tiempo historia avanzado” (Midas IT, 2019)

“Midas Gen está equipado con funciones avanzadas para análisis sísmicos. Tiene la capacidad de realizar Análisis Pushover, análisis espectro respuesta y análisis tiempo-Historia. Además, midas Gen se puede aplicar no solamente para edificaciones, sino también para todo tipo de estructuras como plantas Industriales, estadios y aeropuertos. La versatilidad del análisis de midas Gen asegura manejar cualquier tipo de proyecto de diseño estructural” (Midas IT, 2019)

Realiza los siguientes análisis: por etapas constructivas, de vibración del suelo, Pushover, inelástico tiempo historia, de calor de hidratación, No lineal (Midas IT, 2019)

## **2.2. Antecedentes**

### **2.2.1. Antecedentes Locales**

No se encontraron antecedentes.

### **2.2.2. Antecedentes Nacionales**

Se tiene las siguientes tesis de pregrado:

- “DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO CONSIDERANDO LA CONSTRUCCION POR ETAPAS” realizada por LAZO QUEVEDO, ENRIQUE JOSÉ en el año 2016 en la ciudad de Arequipa, quien realiza un modelamiento por etapas de construcción y de construcción súbita de una edificación consistente en 2 sótanos, 23 niveles y 1 azotea con un sistema estructural consistente en un núcleo de apoyo con muros de corte y una viga estabilizadora en la parte superior en la que arriba a la siguiente conclusión: “Un análisis de construcción por etapas al ser más realista, efectivo y



necesario, debería usarse para casos de edificios altos y con irregularidades en planta” (Lazo Quevedo, 2016, pág. 28)

- “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MÉTODO CONVENCIONAL Y POR ETAPAS PARA DISEÑAR UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO DE 11 PISOS Y 5 SÓTANOS” realizada por AYUQUE ALFONZO, ZENAIDA; en el año 2015 en la ciudad de Huancayo, quien realiza una comparación entre un modelamiento por etapas de construcción vs un modelamiento convencional, en donde concluye que:

En vigas, se requiere mayor cuantía para acero negativo, mientras que para el acero positivo se reduce la cuantía; en columnas, se mantiene constante la distribución de cuantías; en placas, no existe mayor variación de cuantías.

(Alfonzo & Zenaida, 2015)

### **2.2.3. Antecedentes Internacionales**

Artículo de investigación “SECUENCIA DE CONSTRUCCIÓN USANDO ETABS”, elaborado por los ingenieros civiles: JAIME YECID CHIA ANGARITA y HUMBERTO RAMIREZ MONTEJO, de la Universidad La Gran Colombia, Bogotá; quienes realizan una comparación de resultados obtenidos por etapas de construcción y el método tradicional, utilizando el software de análisis Etabs versión 9.7.0., para una edificación de concreto reforzado de 10 pisos, Chia Angarita & Ramirez Montejo,(2008) llegan a las siguientes conclusiones: Los valores de momento obtenidos por secuencia de construcción superan en un 70% aproximadamente los valores de un análisis tradicional, siendo ideal el uso de la secuencia de construcción para edificaciones de alta complejidad que se construyan por etapas, o que requieran de varios años para su culminación.

## **2.3. Propiedades del Concreto Endurecido**

Dentro de las más importantes tenemos:

### **2.3.1. Resistencia a la Compresión**

Es la propiedad más importante del concreto, obtenida mediante ensayos de compresión axial de cilindros de concreto con relación altura-diámetro 2 a 1 de testigos,



briquetas, muestras, etc. Normalmente se diseña concreto con resistencias de 180, 210, 250, 280 kg/cm<sup>2</sup>.

El comportamiento ante un esfuerzo de compresión del concreto es el siguiente:

Comportamiento elástico y lineal, en el que el esfuerzo y deformación unitaria se relacionan proporcionalmente.

“A medida que el esfuerzo se aumenta, se alcanza el esfuerzo máximo con una deformación unitaria que varía del 0.002 a 0.003 [...], posteriormente alcanzado el esfuerzo máximo presenta un descenso teniendo un comportamiento del concreto inelástico o plástico” (Suarez Campos, 2010)

### 2.3.2. Resistencia a la Tensión

El concreto tiene baja capacidad al trabajo a la tensión, aproximadamente representa un 10% de la capacidad a compresión del concreto, se acostumbra a obtener dicho valor mediante el ensayo de compresión diametral.

### 2.3.3. Resistencia a la Flexión

Obtenida mediante ensayo de vigas, donde la muestra es sometida a compresión y tensión, representada mediante el módulo de rotura. El ensayo es realizado cumpliendo los parámetros de la norma ASTM C-78.

### 2.3.4. Resistencia a la Fatiga

Capacidad de soportar cierto número de repeticiones de carga con niveles de esfuerzo menores a la resistencia última.

### 2.3.5. Módulo de Elasticidad

“El módulo de elasticidad del concreto está determinado por una estrecha relación que existe entre el esfuerzo que experimenta un material y la correspondiente deformación unitaria” (Osorio, 2018). en la gráfica esfuerzo vs deformación unitaria viene a ser la pendiente en el tramo recto inicial.

$$E_c = W^{1.5} f_c^{0.5}$$

Donde:

W: peso volumétrico del concreto 2.4 ton/m<sup>3</sup>

$F'c$ : resistencia del concreto a la compresión en  $kg/cm^2$

### 2.3.6. Módulo de Poisson

“Representa la relación entre la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria longitudinal o axial de algún elemento” (Constructor Civil, 2011).

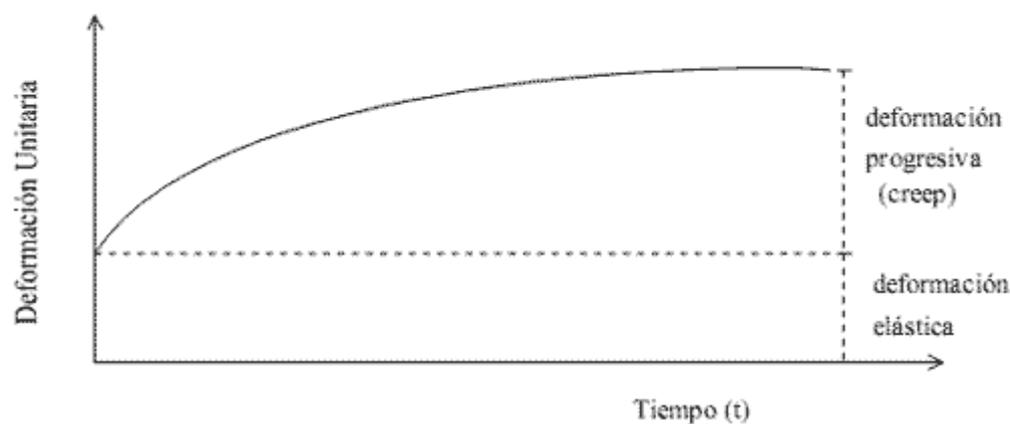
$\mu = (0.12-0.20)$ , para concreto normal = 0.18

### 2.3.7. Deformación Progresiva o Creep

“Cuando el concreto es sometido a un estado de esfuerzos constante, este se deforma progresivamente en función del tiempo, reflejándose como un acortamiento del elemento, mediante una deformación elástica y deformación progresiva, esta última propiamente dicha (creep)” (Constructor Civil, 2011).

**Figura 1**

*Deformación Progresiva en el Concreto*



Nota. Tomada de Deformación Progresiva del Concreto, (Constructor Civil, 2011)

### 2.3.8. Cálculo de Propiedades Dependientes del Tiempo - Metodo ACI 209R-92

#### 2.3.8.1. Definición de la Fluencia del Concreto - Creep.

“Para concreto de peso normal y para todos los concretos ligeros (utilizando tanto curado húmedo como de vapor y cementos de tipo I y II). Se puede escribir el coeficiente de flujo plástico  $C_t$  en todo momento como”: (Park & Paulay, 1988, pág. 34):

$$C_t = C_u K_t K_a K_h K_{th} K_s K_f K_e$$



Donde:

$C_u$ : Coeficiente de flujo plastico ultimo

“varia de 1.30 a 4.15 con un valor promedio de 2.35, este valor promedio solamente debe suponerse en ausencia de datos mas exactos para el concreto que se desea utilizar” (Park & Paulay, 1988, pág. 34).

$K_t$ : Coeficiente de duracion de la carga

$$K_t = \frac{t^{0.6}}{10+t^{0.6}}$$

“ $t$ = tiempo en dias despues de carga ( $K_t=0.44, 0.60, 0.69, 0.78$  y  $0.90$  para  $t=1$  mes, 3 meses, 6 meses, 1 año, 5 años respectivamente)” (Park & Paulay, 1988, pág. 35)

$K_a$ : Coeficiente de edad a la carga

$$K_a = 1.25t_i^{-0.118} \quad \text{para concreto curado en la humedad}$$

$$K_a = 1.13t_i^{-0.095} \quad \text{para concreto curado con vapor}$$

“ $t_i$ = Edad del concreto en días cuando se aplicó la carga por primera vez  $K_a=1.00, 0.90, 0.82$  y  $0.74$  para el concreto curado en la humedad cargado a los 7, 10, 30, y 90 días respectivamente” (Park & Paulay, 1988, pág. 35)

$K_h$ : Coeficiente de humedad relativa

$$K_h = 1.27 - 0.067H \quad \text{para } H > 40\%$$

“ $H$ = % humedad relativa ( $K_h=1.00, 0.87, 0.73$  y  $0.60$  para  $\leq 40, 60, 80$  y  $100\%$  de humedaad relativa)” (Park & Paulay, 1988, pág. 35)

$K_{th}$ : Coeficiente del mínimo espesor del miembro.

$$K_{th} = 1.00 \quad \text{para } 6 \text{ plg o menor, y } 0.82 \quad \text{para } 12 \text{ plg}$$

$K_s$ : Coeficiente de revenimiento del concreto

$K_s$  0.95 para 2 plg, 1.00 para 2.7 plg, 1.02 para 3 plg, 1.09 para 4 plg, y 1.16 para 5 de revenimiento (1 plg=25.4 mm)

$K_f$ : Coeficiente de finos

$$K_f = 0.95 \quad \text{para } 30\%, 1.00 \quad \text{para } 50\%, \text{ y } 1.05 \quad \text{para } 70\% \text{ de finos por peso}$$



$K_e$ : Coeficiente del contenido de aire.

$K_e = 1.00$  hasta 6%, 1.09 para 7% y 1.17 para aire al 8%

“No es necesario tener en cuenta el contenido de cemento para concretos contenidos de cemento entre 470 y 750 lb/yd<sup>3</sup> (11lb/yd<sup>3</sup> = 0.593 kg/m<sup>3</sup>)” (Park & Paulay, 1988, pág. 36)

### 2.3.8.2. Contracción del Concreto- Shrinkage

El concreto se contrae cuando pierde humedad por evaporación, las deformaciones por contracción son independientes del estado de esfuerzos en el concreto. Si se limitan, las deformaciones por contracción pueden provocar el agrietamiento del concreto y por lo general provocan un aumento en las deflexiones de los miembros estructurales con el tiempo (Park & Paulay, 1988, p 36).

En gran medida, la contracción es un fenómeno reversible. Si se satura el concreto con agua después de haberse contraído, se dilatará casi a su volumen original. En consecuencia, las condiciones secas y húmedas alternadas provocan cambios alternativos en el volumen del concreto. Este fenómeno es parcialmente responsable de las deflexiones fluctuantes en estructuras expuestas a cambios estacionales cada año (Park & Paulay, 1988, p 36).

“El concreto que exhibe un flujo plástico elevado también exhibe una elevada contracción, en consecuencia, la magnitud de la deformación por contracción depende de la composición del concreto y del medio ambiente [...]” (Park & Paulay, 1988, p 37).

“De acuerdo con el comité 209 del ACI, concretos de peso normal y ligeros (utilizando curado húmedo y de vapor y cementos de tipos I y III), la deformación de contracción no restringida en cualquier momento “t” esta dado por” (Park & Paulay, 1988, p 37):

$$\varepsilon_{sh} = \varepsilon_{shu} S_t S_h S_{th} S_s S_f S_e S_c$$

$E_{shu}$ : Deformación de contracción última

El valor de  $E_{shu}$  esta comprendido entre 0.000415 y 0.00107, con valores medios de 0.00080 para concreto curado en la humedad o 0.00073 para el



concreto curado con vapor. Se deben suponer estos valores promedio solamente en ausencia de datos mas exactos para el concreto que se va a utilizar (Park & Paulay, 1988, p37)

$S_t$ : Coeficiente del tiempo de contraccion.

En cualquier momento después de una edad de 7 días, para el concreto curado en al humedad.

$$S_t = \frac{t}{35 + t}$$

En el que  $t$ =tiempo en días desde una edad de 7 días ( $S_t=0.46, 0.72, 0.84, 0.91, y 0.98$  para  $t= 1$ mes, 3 meses, 6 meses, 1 año y 5 años respectivamente) o, en cualquier momento despues de una edad de 1 a 3 días para el concreto curado con vapor, (Park & Paulay, 1988, p38)

$$S_t = \frac{t}{55 + t}$$

En que  $t$ =tiempo en días desde una edad de 1 a 3 días ( $S_t=0.35, 0.62, 0.77, 0.87, y 0.97$  para  $t= 1$  mes, 3 meses, 6 meses, 1 año y 5 años respectivamente). Para la contracción considerada a partir de edades mayores que las dadas antes, se puede determinar la diferencia utillizano la ecuación 2.17<sup>a</sup> o 2.17<sup>b</sup> para cualquier periodo después de ese tiempo. Es decir, que la contracción para el concreto curado en la humedad sea, en un periodo de 1 es a 1 año igual a la contracción de 7 días a 1 mes. El anterior procedimiento supone que se ha curado el concreto en la humedad de 3 a 7 días. Para la contracción del concreto curado en la humedad desde 1 día, se necesita multiplicar la contracción por 1.22; se puede utilizar una interpolación lineal entre 1.2 a 1 día y 1.0 a 7 días (Park & Paulay, 1988, p 37 & 38).

$S_h$ : Coeficiente de humedad relativa

$$S_h=1.4-0.01H \text{ para } 40<H<80\%$$

$$S_h= 3.0-0.03H \text{ para } 80<H<100\%$$



“En que  $H$ =humedad relativa en por ciento ( $S_h=1.00, 0.80, 0.60, 0$ , para  $\leq 0.40, 0.60, 0.80$ , y humedad relativa 100%)” (Park & Paulay, 1988, p 38)

$S_{th}$ : Coeficiente del espesor mínimo del miembro

$S_{th}=1.00$  para 6 plg o menor y 0.84 para 9 plg

$S_s$ : Coeficiente de revenimiento del concreto

$S_s=0.97$  para 2 plg, 1.00 para 2.7 plg, 1.01 para 3 plg, 1.05 para 4 plg, y 1.09 para 5 plg

$S_f$ : Coeficiente de finos

$S_f=0.86$  para 40%, 1.00 para 50%, 1.04 para 70% de finos por peso.

$S_e$ : Coeficiente del contenido de aire

$S_e=0.98$  para 4%, 1.00 para 6% y 1.03 para 10% de aire

$S_c$ : Factor de contenido de cemento

$S_c=0.87$  para 376 lb/yd<sup>3</sup>, 0.95 para 564 lb/yd<sup>3</sup>, 1.00 para 705 lb/yd<sup>3</sup>, y para 1.09 para 940 lb/yd<sup>3</sup>

### 2.3.9. Acero de refuerzo o Fierro Corrugado ASTM A615-GRADO 60

Son barras de acero de sección circular, con resaltes superficiales para una mejor adherencia con el concreto, los cuales se usan como refuerzo del concreto armado, de longitudes 9m y 12m de 6mm, 8mm, 3/8", 12mm, 1/2", 5/8", 3/4", 1", 1 3/8" de diámetro; compuesto por Carbono (C), Manganeso (Mn), Azufre (S) y Fosforo (P) este último con un máximo de 0.06%

Es utilizado para absorber y resistir esfuerzos provocados por cargas y cambios volumétricos por temperatura...

#### 2.3.9.1. Dimensiones y Pesos Nominales

Las dimensiones y pesos nominales del acero de refuerzo, se muestran a continuación:



**Tabla 1**  
*Dimensiones y Pesos Nominales del Acero de Refuerzo*

Pulgadas	mm	SECCION (mm <sup>2</sup> )	PERIMETRO (mm)	PESO NOMINAL (kg/m)
	6	28	18.8	0.222
	8	50	25.1	0.395
3/8		71	29.9	0.560
	12	113	37.7	0.888
1/2		129	39.9	0.994
5/8		199	49.9	1.552
3/4		284	59.8	2.235
7/8		387	69.8	3.042
1		510	79.8	3.973
1 3/8		1006	112.5	7.907

### **2.3.9.2. Características mecánicas del acero de construcción**

Dentro de los más importantes tenemos:

#### **2.3.9.2.1. Ductilidad**

“Es la capacidad del acero para admitir deformaciones importantes una vez superado el límite elástico, manteniendo al mismo tiempo su capacidad mecánica, siendo una característica muy importante e imprescindible en las estructuras sometidas a determinadas sollicitaciones (estáticas, dinámicas, etc.” (Grupo Celsa, p5)

Fase elástica; cuando las deformaciones son proporcionales a las cargas aplicadas, hasta llegar al límite elástico  $f_y$ . Las deformaciones son recuperables si se descarga.

Fase plástica; una vez superado el límite elástico, las deformaciones no son proporcionales a las cargas y van aumentando con la carga unitaria hasta



alcanzar el valor de la carga máxima, a partir de ese momento la deformación continua con incrementos de carga muy pequeños, hasta que se produce la rotura, las deformaciones son remanentes, es decir no son recuperables (Grupo Celsa, p 8).

#### **2.3.9.2.2. Límite de Fluencia ( $F_y$ )**

Es la tensión máxima que puede soportar el acero sin que sufra deformaciones permanentes; es decir, hasta ese valor en tensión, el traccionamiento de la muestra recobrará su tamaño inicial sin evidenciar ningún tipo de deformación permanente, conocido como deformación elástica:

$$F_y = 420 \text{ MPa} = 4280 \text{ kg/cm}^2$$

#### **2.3.9.2.3. Resistencia a Tracción ( $R$ ):**

$$R = 620 \text{ MPa} = 6320 \text{ kg/cm}^2$$

#### **2.3.9.2.4. Módulo de Elasticidad ( $E_s$ )**

$$E_s = 2.1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

### **2.4. Cargas (Norma Técnica Peruana E-020)**

#### **2.4.1. Alcance**

“Las edificaciones y sus partes deberán soportar las cargas y sus combinaciones, y no deben causar esfuerzos ni deformaciones que excedan la capacidad del material estructural según su norma de diseño” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

#### **2.4.2. Definiciones**

Carga. –“Fuerza y otras acciones resultantes del peso de los materiales de construcción y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos” (NTP E.020 Cargas, pág. 1)

Carga muerta. –“Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su propio peso, que se propone sean permanente o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pág. 1)



Carga viva. – “Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pág. 1)

### 2.4.3. Carga Muerta

“Se debe considerar el peso real de todos los materiales que conforman la edificación, de los dispositivos de servicio (tuberías, ductos, equipos de calefacción y similares) y equipos (maquinarias para ascensores, y otros dispositivos fijos similares), así como tabiques” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pág. 1)

### 2.4.4. Carga Viva

#### 2.4.4.1. Carga Viva del Piso

“Se considerará las cargas: Viva mínima repartida (se usará como mínimo los valores establecidos en la tabla N° 1), Viva concentrada (maquinarias mayores a 500 kgf) y tabiquería móvil” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pág. 2).

**Tabla 2**  
*Cargas Vivas Mínimas Repartidas*

<b>OCUPACION O USO</b>	<b>CARGAS REPARTIDAS (KGF/M2)</b>	<b>OCUPACIÓN O USO</b>	<b>CARGAS REPARTIDAS (KGF/M2)</b>
<b>Almacenaje</b>	500	<b>Corredores y escaleras</b>	400
<b>Baños</b>	300	<b>Industria</b>	
<b>Bibliotecas</b>		<b>Instituciones penales</b>	
Salas de lectura	300	Celdas y zona de habitación	200
Salas de almacenaje con estantes fijos (no apilables)	750	Zonas publicas	
Corredores y escaleras	400	Corredores y escaleras	400
<b>Centros de educación</b>		<b>Lugares de asamblea</b>	
Aulas	250	Con asientos fijos	300



OCUPACION O USO	CARGAS REPARTIDAS (KGF/M2)	OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS (KGF/M2)
Talleres	350	Con asientos movibles	400
Auditorios, gimnasios, etc.	(Lugares de asambleas)	Salones de baile, restaurante, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines	400
Laboratorios	300	Graderías y tribunas	500
Corredores y escaleras	400	Corredores y escaleras	500
<b>Garajes</b>		<b>Oficinas</b>	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor que 2.40m	250	Exceptuando salas de archivo y computación	250
Para otros vehículos		Salas de archivo	500
<b>Hospitales</b>		Salas de computación	
Salas de operación, laboratorios, y áreas de servicio	300	Corredores y escaleras	400
Cuartos	200	<b>Teatros</b>	
Corredores y escaleras	400	Vestidores	200
<b>Hoteles</b>		Cuarto de proyección	300
Cuartos	200	Escenario	750
Salas públicas		Zonas publicas	(lugares de asamblea)
Almacenaje y servicios	500		

*Nota.* Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, págs. 2-3)

#### 2.4.4.2. Carga Viva del Techo

Las cargas mínimas serán las siguientes:



“Para techos con inclinación hasta de 3° c/r a la horizontal: 100 kgf/m<sup>2</sup>; con inclinación mayor a 3°, se reducirá 5 kgf/m<sup>2</sup> por cada grado, hasta un mínimo de 59 kgf/m<sup>2</sup>, mientras que para techos curvos: 50 kgf/m<sup>2</sup>” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pág. 4)

“Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, con cualquier pendiente: 30 kgf/m<sup>2</sup>. En caso de malecones o terrazas se aplicará carga viva” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pág. 4).

#### 2.4.4.3. *Carga Viva para Aceras, Pistas, Barandas, Parapetos y Columnas en Zonas de Estacionamiento*

“En el caso de barandas y parapetos se diseñarán para las fuerzas indicadas en la NTE E.030, así como también serán diseñados para resistir la aplicación simultánea o no de las fuerzas de la tabla 2 NTE E.020, tomándose la combinación más desfavorable” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pág. 5).

**Tabla 3**  
*Carga Viva para Barandas y Parapetos*

Barandas y Parapetos	Carga horizontal kgf/m	Carga Vertical
Pozo para escaleras, balcones y techos en general	60	60
Viviendas Unifamiliares	30	30
Balcones de teatros y lugares de asamblea	750	150

*Nota.* Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pág. 5)

#### 2.4.4.4. *Reducción de Carga Viva*

Las cargas vivas mínimas repartidas de la tabla N° 1 E.020 podrán reducirse para el diseño de acuerdo a la siguiente expresión:

$$L_r = L_o \left( 0.25 + \frac{4.6}{\sqrt{A_i}} \right)$$



Dónde:  $L_r$ : intensidad de la carga viva reducida,  $L_o$ : intensidad de la carga viva sin reducir,  $A_i$ : Área de influencia del elemento estructural en  $m^2$

$$A_i = kA_t$$

$A_t$ : área tributaria del elemento ( $m^2$ ),  $k$ : factor de carga viva sobre el elemento.

**Tabla 4**  
*Factor de Carga Viva sobre el Elemento*

Elemento	Factor k
Columna y muros	2
Vigas interiores	2
Viga de borde	2
Vigas en volado	1
Vigas de borde que soportan techos livianos	1
Tijerales principales que soportan techos livianos	1
Losas macizas o nervadas en dos direcciones	1
Losas macizas o nervadas en una dirección	1
Vigas prefabricadas aisladas o no conectadas monolíticamente a otros elementos paralelos	1
Vigas de acero o de madera no conectadas por corte al diagrama de piso	1
Vigas isostáticas	1

Nota. Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pág. 8)

#### 2.4.5. Combinación de cargas

- D (1)
- D+L (2)
- D+(W o 0.70E) (3)
- D+T (4)
- $\alpha [D+L+(W \text{ o } 0.70E)]$  (5)



- $\alpha [D+L+T]$  (6)

- $\alpha [D+(W \text{ o } 0.70E) +T]$  (7)

- $\alpha [D+L+(W \text{ o } 0.70E) +T]$  (8)

“Donde: D: carga muerta, L: carga viva, W: carga de viento, E: carga de sismo, T: efectos de temperatura y  $\alpha$ : factor de reducción, para (5), (6) y (7) será de 0.75, para (8) será de 0.67” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, pág. 15)

## 2.5. Diseño Sismo Resistente de Edificaciones (Norma Técnica Peruana E-030)

### 2.5.1. Filosofía y Principios

Esta norma tiene como filosofía: evitar pérdidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básico y minimizar los daños a la propiedad; por lo tanto las estructuras no deben colapsar ni causar daños importante, debidos a edificaciones sísmicas severas, para movimientos moderados del suelo la estructura debe soportarlos, pudiendo como máximo presentar daños reparables, en el caso de edificaciones esenciales se deberán tener consideraciones especiales para que puedan permanecer operativas luego de un sismo severo (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 5)

### 2.5.2. Consideraciones Generales

Toda edificación y cada una de sus partes debe ser diseñada y construida para resistir las solicitaciones sísmicas de la NTP E-030; [...]se acepta que frente a solicitaciones sísmicas severas la edificación pueda tener una incursión inelástica, razón por la que las fuerzas sísmicas de diseño sean una fracción de la solicitación sísmica máxima elástica. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 5)

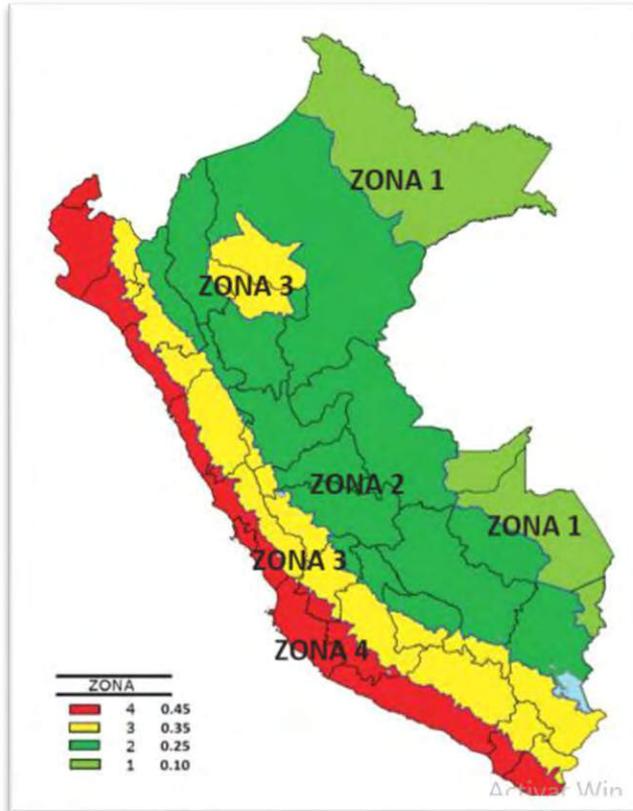
### 2.5.3. Peligro Sísmico

#### 2.5.3.1. Zonificación

Nuestro país se encuentra dividido en 4 zonas, basada en la distribución espacial de sismicidad, característica de movimientos sísmicos y su atenuación con la distancia epicentral,

etc. A cada zona se le asigna el factor conocido como la aceleración máxima horizontal (Z) (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 6)

**Figura 2**  
*Zonas Sísmicas*



Nota. Tomada de RNE E.030 Diseño Sismorresistente, (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 7).

### 2.5.3.2. Perfil del Suelo

Se clasifican considerando la velocidad promedio de propagación de ondas de corte, para suelos granulares el promedio ponderado de  $N_{60}$  del ensayo SPT, o promedio ponderado de resistencia al corte no drenado para suelos cohesivos; para los 30 m superiores al perfil del suelo desde el fondo de cimentación. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 8).

Se clasifican en:

Perfil tipo  $S_0$ : Roca Dura

Perfil tipo  $S_1$ : Roca o suelos Muy Rígidos.



Perfil tipo S<sub>2</sub>: Suelos Intermedios

Perfil tipo S<sub>3</sub>: Suelos Blandos

Perfil tipo S<sub>4</sub>: Condiciones Excepcionales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 8)

### 2.5.3.3. *Parámetros de Sitio*

El factor suelo (S), los periodos (T<sub>P</sub>) y (T<sub>L</sub>) se hallan de las tablas siguientes:

**Tabla 5**  
*Factor del suelo "S"*

	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0.80	1.00	1.05	1.10
Z <sub>3</sub>	0.80	1.00	1.15	1.20
Z <sub>2</sub>	0.80	1.00	1.20	1.40
Z <sub>1</sub>	0.80	1.00	1.60	2.00

Nota. Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 11)

**Tabla 6**  
*Periodos T<sub>p</sub> y T<sub>s</sub>*

	Perfil de Suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
T <sub>L</sub> (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Nota. Fuente: (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 11)

### 2.5.3.4. *Factor de Ampliación Sísmica*

Se define mediante:

$$T < T_P \quad C = 2.5$$

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



$$T > T_L \quad C = 2.5 * \left( \frac{T_P * T_L}{T^2} \right)$$

## 2.5.4. Categoría, sistema estructural y regularidad de las edificaciones

### 2.5.4.1. Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

**Tabla 7**

*Categoría de las Edificaciones y Factor U*

Categoría	Descripción	Factor U
A: Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y/o privados) del segundo y tercer nivel, según lo mormado por el ministerio de salud.	Z: 4 y 3 aislamiento sísmico  Z:1 y 2, opcional, U mínimo 1.5
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>• Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.</li> <li>• Estaciones de bomberos, cuarteles de fuerzas armadas y policía.</li> <li>• Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua</li> <li>• Instituciones educativas, instituciones superiores tecnológicas y universidades.</li> <li>• Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</li> <li>• Edificios que almacenen archivos e información esencial del estado.</li> </ul>	1.5



Categoría	Descripción	Factor U
B: Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1.3
C: Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D: Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Resistencia y rigidez a criterio del proyectista

Nota. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, págs. 12-13)

#### **2.5.4.2. Sistemas Estructurales de Concreto Armado**

Los elementos de concreto armado deben cumplir con lo que señala la NTP E-060, donde se prevé los siguientes:

##### **2.5.4.2.1. Pórticos. -**

Conformado por columnas y vigas, donde por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas, siendo los muros estructurales diseñados para resistir el restante (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

##### **2.5.4.2.2. Muros Estructurales. -**

Que resisten el 70% de la fuerza cortante en la base

##### **2.5.4.2.3. Dual. -**

En la que las acciones sísmicas son resistidas por muros estructurales y pórticos, los muros estructurales reciben más del 20% de la fuerza cortante en la base.



#### 2.5.4.2.4. Muros de Ductilidad Limitada. -

Donde la resistencia sísmica y las cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 14)

#### 2.5.4.3. Categoría y Sistemas Estructurales

Se define mediante la siguiente tabla:

**Tabla 8**  
*Categoría y Sistema Estructural de las Edificaciones*

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento sísmico con cualquier sistema estructural
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF Estructuras de concreto: sistema dual, muros de concreto armado, albañilería armada o confinada.
A2	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF Estructuras de concreto: sistema dual, muros de concreto armado, albañilería armada o confinada.
	1	Cualquier sistema
B		Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF Estructuras de concreto: pórticos, sistema dual, muros de concreto armado Albañilería armada o confinada
	1	Cualquier sistema
C	4, 3 2 y 1	Cualquier sistema

Nota. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 15)



#### 2.5.4.4. *Sistemas Estructurales y Coeficiente de Reducción las Fuerzas Sísmicas*

En la dirección de análisis, la edificación adoptara el menor coeficiente de reducción de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 9**  
*Sistemas Estructurales*

<b>Sistema Estructural</b>	<b>Coeficiente Básico de Reducción <math>R_0</math></b>
<b>Acero</b>	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	5
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	4
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados (SCBF)	7
Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados (OCBF)	4
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto armado</b>	
Pórticos Dual	8
De muros estructurales	7
<b>De muros de ductilidad limitada</b>	6
<b>Albañilería armada o confinada</b>	4
Madera	3
	7

Nota. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 16)

#### 2.5.4.5. *Regularidad Estructural*

##### 2.5.4.5.1. *Factores de Irregularidad*



**Tabla 10**  
*Irregularidades Estructurales en Altura*

<b>Irregularidades Estructurales en Altura</b>	<b>I<sub>a</sub></b>
<b>Irregularidad de Rigidez- Piso Blando</b> Cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los 3 niveles superiores adyacentes.	0.75
<b>Irregularidades de Resistencia- Piso Débil</b> Cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior al 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	
<b>Irregularidad Extrema de Rigidez</b> Cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los 3 niveles superiores adyacentes.	0.50
<b>Irregularidad Extrema de Resistencia</b> Cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	
<b>Irregularidad de Masa (o Peso)</b> Cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1.5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0.90
<b>Irregularidad Geométrica Vertical</b> Cuando en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor a 1.3 veces la correspondiente dimensión de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0.90
<b>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</b> Cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.	0.80
<b>Discontinuidad Extrema de los Sistemas Resistentes</b> Cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.	0.60

Nota. Adaptado de (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, págs. 17-18)



**Tabla 11**  
*Irregularidades Estructurales en Planta*

<b>Irregularidades Estructurales en Planta</b>	<b>I<sub>p</sub></b>
<b>Irregularidad Torsional</b> Cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor a 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga	0.75
<b>Irregularidad Torsional Extrema</b> Cuando, en cualquier de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental es mayor a 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga. Este criterio solo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y solo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la tabla N°11	0.60
<b>Esquinas Entrantes</b> La estructura se califica como irregularidad cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.	0.90
<b>Discontinuidad del Diafragma</b> La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta	0.85
<b>Sistemas no Paralelos</b> Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.	0.90

Nota. Adaptación (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 18)

#### **2.5.4.6. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)**

Se determina mediante la siguiente igualdad:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$



## 2.6. Modelamiento de Sistemas Estructurales

Proceso mediante el cual se genera una idealización matemática que intenta representar el comportamiento real de la estructura a ser construida, por ello se considera en este proceso la geometría de la estructura, propiedades de los materiales, la magnitud y ubicación de las cargas permanentes y variables, conexiones internas entre los elementos, apoyos, interacción de suelo-estructura, para lo cual se tendrá que elegir el tipo más adecuado del modelo estructural que logre la mayor similitud del comportamiento de la estructura planteada (Gómez Martínez, 2012).

## 2.7. Análisis estructural de Edificaciones

“La función del análisis es estimar las fuerzas internas y las deformaciones del sistema estructural y establecer el cumplimiento de los requisitos de resistencia, funcionamiento y estabilidad del Reglamento” (American Concrete Institute, 2014, p. 56).

“En estructuras regulares, la resultante de fuerzas sísmicas actuará independientemente en las dos direcciones ortogonales predominantes; para estructuras irregulares se considerará la dirección más desfavorable” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

El Análisis Estructural se divide en análisis lineales y no-lineales, diferenciándose la no-linealidad geométrica y no-linealidad física. La no-linealidad geométrica surge cuando existen grandes desplazamientos y deformaciones de los elementos, lo que es característico en puentes de grandes luces y edificios altos. La no-linealidad física se produce cuando no existe una dependencia proporcional entre los esfuerzos y deformaciones, esto es, cuando se utilizan materiales inelásticos, lo que es característico en todas las construcciones. Cuando los esfuerzos son pequeños, la dependencia no-lineal física se puede reemplazar por una lineal (Villarreal Castro, 2009, pág. 4)

También se distinguen los problemas estáticos y dinámicos. En estos últimos, se consideran las propiedades inerciales de las estructuras, expresados a través de derivadas respecto al tiempo. A estos, también, se pueden agregar los



problemas relacionados con la viscosidad del material, el escurrimiento o flujo plástico y la resistencia durante el tiempo (Villarreal Castro, 2009, pág. 4)

## **2.7.1. Análisis Convencional o Dinámico Modal-Espectral**

### **2.7.1.1. Análisis Modal. –**

Es una técnica de análisis dinámico de estructuras. Tiene como objetivo la estimación de propiedades dinámicas como las frecuencias y los modos naturales al igual que el amortiguamiento. El análisis modal puede ser teórico o experimental. El teórico se basa en técnicas analíticas o simulaciones. El experimental se basa en ensayos y tiene 4 pasos fundamentales: Excitación de la estructura; medición mediante acelerómetros; tratamiento digital y análisis de las señales y aplicación de modelos (Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales, 2019)

### **2.7.1.2. Modo Natural. –**

“Se refiere a la vibración libre en un sistema no amortiguado. El 1er, el 2do ... y el enésimo modo representan el orden en el que se requiere la menor cantidad de energía para deformar la estructura” (MIDASOFT, s.f.)

### **2.7.1.3. Período Natural**

“Un período natural es el tiempo que se tarda en hacer vibrar libremente la estructura en el modo natural correspondiente en un ciclo completo” (MIDASOFT, s.f.)

### **2.7.1.4. Factor de Participación Modal. –**

“La relación entre la influencia de un modo específico y el total de modos” (MIDASOFT, s.f.).

### **2.7.1.5. Análisis Espectral**

Análisis basado en la representación gráfica con valores de la aceleración producida por las ondas sísmicas sobre una edificación, para la construcción del parámetro sísmico utilizaremos la Norma Técnica Peruana NTP 0.30 diseño sismo resistente.



Siendo así, se utilizarán los modos de vibración de la estructura y el espectro de aceleraciones sismo resistente con los que podremos estimar los desplazamientos y fuerzas ejercidos sobre los elementos estructurales.

## 2.7.2. Procedimiento del Análisis Sísmico Modal Espectral Según NTP E-0.30-2018

### 2.7.2.1. Modos de Vibración

Deberá determinarse en base a la rigidez y distribución de masas, considerando en cada dirección de análisis una suma de masas efectivas como mínimo del 90%, teniendo en cuenta los 3 primeros modos predominantes (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### 2.7.2.2. Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g$$

Para la dirección vertical podrá usarse un espectro igual a los 2/3 del espectro en las direcciones horizontales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### 2.7.2.3. Criterios de Combinación

Mediante los criterios de combinación se obtendrá la respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) para las fuerzas internas en los elementos de la estructura y parámetros globales del edificio, tales como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

“La respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados ( $r_i$ ) podrá determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$



$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1-\lambda)\lambda^{3/2}}{(1-\lambda^2)+4\beta^2\lambda(1-\lambda)^2}$$

$$\lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

Donde:

$\beta$  : fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0.05

$\omega_j, \omega_i$  :frecuencias angulares de los modos i, j

Alternativamente se podrá usar:

$$r = 0.25 \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

#### 2.7.2.4. Fuerza Cortante Mínima

En las direcciones consideradas la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares, pudiéndose incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberá escalar proporcionalmente todos los resultados obtenidos, excepto los desplazamientos (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

#### 2.7.2.5. Excentricidad Accidental (Efectos de Torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).



### 2.7.3. Análisis por Etapas de Construcción

Cuando se realiza el análisis estructural de un edificio de cualquier número de pisos, se determinan las solicitaciones por flexión y corte como si el edificio en su totalidad hubiese sido construido en un instante único, pero en realidad se construye piso a piso o zona por zona dependiendo del tipo de estructura (Zigurat-Global Institute of Technology, 2019, pág. 11)

Se considerarán las etapas por las que atraviesa una edificación en su proceso constructivo, para el presente caso cada etapa constructiva se diferenciará con el vaciado de losa de entrepiso, asimismo se tendrán en cuenta los tiempos entre etapas (15 días cada etapa), lo cual hace que se analicen los esfuerzos que se generan por la carga a temprana edad del concreto, en los que se tendrá en consideración su comportamiento del concreto al flujo plástico o Creep, así mismo a la contracción o Shrinkage como parte del modelamiento.

### 2.7.4. Procedimiento para Realizar el Análisis por Etapas Constructivas en Midas Gen

Para este proceso Zigurat-Global Institute of Technology,(2019) recomienda seguir de la siguiente manera:

- ✓ Definir las propiedades del material
- ✓ Definir propiedades de sección
- ✓ Definir grupos: Estructura, Restricciones y Cargas
- ✓ Cree elementos y asígneles a los grupos de estructuras
- ✓ Defina las restricciones y asígneles a los grupos de restricciones
- ✓ Ingrese cargas y asígneles a los grupos de carga
- ✓ Defina el material dependiente del tiempo (concreto): Creep, Shrinkage y resistencia a la compresión
- ✓ Asigne los datos del material dependiente del tiempo a las propiedades del material (concreto)
- ✓ Aplique la dimensión de la forma geométrica de los elementos del marco para calcular la fluencia / contracción.



- ✓ Aplique la dimensión de la forma geométrica de los elementos del marco para calcular la fluencia / contracción.
- ✓ Etapa de construcción: Especificar la duración de la etapa de construcción; Activar o desactivar grupos de elementos relevantes (estructura); Activar o desactivar grupos de restricciones (Boundary) relevantes; Activar o desactivar grupos de carga
- ✓ Opción de análisis de etapa de construcción: Considerando el efecto dependiente del tiempo; Casos de carga para distinguirlos de la carga muerta
- ✓ Realizar análisis
- ✓ Verificar los resultados del análisis para cada etapa de construcción
- ✓ Verificar el acortamiento de la columna (pág. 17)

## 2.8. Requisitos de Rigidez, Resistencia y Ductilidad Según NTP E-0.30-2018

### 2.8.1. Determinación de Desplazamientos Laterales

“En estructuras regulares se obtendrán del multiplicando por 0.75 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico con solicitaciones sísmicas reducidas, en irregulares se obtendrán multiplicando por R” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 27)

### 2.8.2. Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

“El desplazamiento máximo calculado no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión), según la siguiente tabla” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 27)

**Tabla 12**  
*Límites para la Distorsión de Entrepiso*

Material Predominante	$\Delta_i/h_{ei}$
Concreto armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005



Nota: Los límites de la deriva para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero no excederán el doble de los valores de esta tabla. Tomado de (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018, pág. 27)





## CAPÍTULO III

### 3. RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

#### 3.1. Encuestas

##### 3.1.1. Instrumentos de Medición

El presente trabajo de investigación tendrá como instrumento de medición una encuesta, la cual estará enfocada en medir las variables que presentan los problemas planteados.

“Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente a los conceptos o variables que el investigador tiene en mente” (Sampieri, 2006, pág. 275).

##### 3.1.2. Tamaño de la Muestra.

En las investigaciones donde la variable principal es de tipo cualitativo, que se reporta mediante la proporción del fenómeno en estudio en la población de referencia, la muestra se calcula a través de la fórmula para población infinita (cuando se desconoce el total de unidades de observación que la integran o la población es mayor a 10,000). (Barojas, 2005)

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{d^2}$$

La población que será analizada comprende a todos los ingenieros que laboran en la ciudad del Cusco, si bien es cierto que el tamaño de la población se puede conocer, existe un margen de error considerable ya que no es posible determinar si todos los ingenieros registrados en el colegio de ingenieros de la ciudad del Cusco laboran en el lugar donde fueron registrados, por lo que se consideró como una población infinita ya que se desconoce el tamaño de la población con precisión.

Dónde:

p: proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia.

q: proporción de la población que no representa el fenómeno en estudio (1-p).

n: tamaño de la muestra.



Z: valor de Z crítico, calculado en las tablas del área de la curva normal, llamado también nivel de confianza.

d: nivel de precisión absoluta referido a la amplitud del intervalo de confianza deseado en la determinación del valor promedio de la variable en estudio.

El tamaño de la muestra para la presente investigación es calculado con los siguientes valores:

$p = 0.5$  (“Cuando se desconoce la proporción esperada, se tiene que utilizar el criterio conservador ( $p=q=0.5$ ) lo cual maximiza el tamaño de la muestra” (investigación)).

$$Z = 1.96$$

$$d = 9.1\% = 0.091$$

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{d^2} = 115.976$$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra es de 116 ingenieros.

### 3.1.3. Exploración del Concepto

#### 3.1.3.1. Análisis por Etapas de Construcción

Una edificación al ser analizada convencionalmente asume la construcción en una sola fase que representa la estructura final, los procesos constructivos que comprenden la construcción de una edificación representan etapas respecto al tiempo en que son ejecutados.

Las etapas de construcción comprenden aquellos procedimientos constructivos dentro de un espacio de tiempo que corresponde a una fracción del periodo de construcción de toda la estructura, dichas etapas comprenden la ejecución de elementos estructurales, tabiquerías y acabados.

Los procesos constructivos en la ciudad del Cusco deben ser estudiados respecto al tiempo para el desarrollo de la presente investigación, por lo que se tendrá que hacer uso de instrumentos de medición para poder conocer las tendencias presentes en los procesos constructivos de edificaciones de más de 9 niveles, por lo que se hará uso de herramientas de medición como parte importante de la investigación, para lo cual se deberá asegurar la validez y confiabilidad de dicho instrumento.



“Dentro del proceso de validación tenemos dos componentes para que una escala cumpla su objetivo: el primero es la validez, que indica si la cuantificación es exacta y el segundo es la confiabilidad, que alude a si el instrumento mide lo que dice medir y si esta medición es estable en el tiempo” (Oviedo & Campo Arias, 2005)

### 3.1.3.2. Validez del Instrumento de Medición.

Para verificar la validez del instrumento se realizó una prueba piloto con 15 participantes por ser el tamaño de la muestra menor a 2000 ingenieros, “Los autores aconsejamos que cuando la muestra sea de 2000 más, se lleve a cabo la prueba piloto con entre 25 y 60 personas. Salvo que la investigación exija un número mayor” (Sampieri, 2006, pág. 292).

La validez de un instrumento de medición está definida por tres criterios:

- ✓ Validez de contenido.
- ✓ Validez de criterio.
- ✓ Validez de constructo.

### 3.1.3.3. Validez de contenido.

La validez de contenido relaciona los ítems con la variable a medir al aplicar los instrumentos de medición, por lo que cada ítem del cuestionario deberá estar relacionado con un variable la cual se desea medir.

**Tabla 13**

*Relación de Variables con las Preguntas Planteadas en el Cuestionario.*

Ítems Planteados	Variable Relacionada
1.- ¿Tiene experiencia en la ejecución de edificaciones?	Procesos constructivos.
2.- De acuerdo con su experiencia en la construcción de edificaciones, indique la opción que mejor le parezca de acuerdo al número de pisos ejecutados.	Procesos constructivos.
3.- ¿Cuántos niveles como máximo tuvieron las edificaciones en las que participo como parte del equipo de constructores?	Procesos constructivos.
4.- ¿Una vez realizado el vaciado de Columnas, después de cuánto tiempo desencofra dichos elementos estructurales?	Periodo de tiempo límite.
5.- ¿Una vez realizado el vaciado de Vigas, después de cuánto tiempo desencofra dichos elementos estructurales?	Periodo de tiempo límite.
6.- ¿Una vez realizado el vaciado de Placas (Muros de corte), después de cuánto tiempo desencofra dichos elementos estructurales?	Periodo de tiempo límite.



Ítems Planteados	Variable Relacionada
7.- ¿Una vez realizado el vaciado de Losa Aligerada, después de cuánto tiempo desencofra dicho elemento estructural?	Periodo de tiempo límite.
8.- ¿Después de haber realizado el vaciado de Losa Aligerada, indique el orden en que se realizan las siguientes actividades?	Procesos constructivos.
9.- ¿Después de haber realizado el vaciado de Losa Aligerada, indique a los cuantos días aproximadamente después de dicho vaciado se ejecuta las siguientes actividades?	Periodo de tiempo límite.
10.- Considerando una edificación de 10 Pisos, ¿A partir de qué nivel considera necesario subir los materiales (ladrillos, cemento, acero de construcción, agregados, encofrados, equipos, etc.) para continuar los trabajos de construcción en el nivel de losa en ejecución?	Procesos constructivos.
11.- ¿Para realizar el vaciado de losa, ¿cuál de los siguientes métodos utiliza?	Procesos constructivos.
12.- Respecto a los agregados pétreos, cemento y agua para realizar la mezcla de concreto, indique en qué nivel se realiza el mezclado (si usted prefiere el pre mezclado obvie esta sección)	Cargas en etapa constructiva.
13.- ¿Utiliza algún tipo de aditivo?, si es así indique que tipo de aditivo es.	Procesos constructivos.
14.- Respecto al asentado de muros de albañilería en un nivel de losa, indique la ubicación de almacenaje y el porcentaje del ladrillo a utilizar en el nivel mencionado respecto a la totalidad requerida para dicho trabajo.	Cargas en etapa constructiva.
15.- ¿Usted, que tipo de encofrado utiliza para la ejecución de edificaciones?	Procesos constructivos.
16.- ¿Usted, durante la ejecución de losa, donde almacena los encofrados?	Procesos constructivos.
17.- ¿Usted, durante la ejecución de columnas y placas, donde almacena los encofrados?	Cargas en etapa constructiva.
18.- ¿De acuerdo con su experiencia cuanto personal obrero es necesario para la ejecución de una edificación de área 100 m <sup>2</sup> ?	Procesos constructivos.
19.- ¿Generalmente después de cuánto tiempo realiza el vaciado de una losa de entepiso?	Periodo de tiempo límite.

Después de haber relacionado las variables con las preguntas del instrumento, es necesario poder llevar dicho cuestionario para poder realizar el análisis estadístico que aseguren la validez del instrumento por lo tanto de igual manera la validez de la investigación, de los datos recopilados estos se vaciaron en el programa de análisis estadístico IBM SPSS donde se realizó el análisis de validez de contenido, presentando los siguientes resultados.

**Tabla 14***Resultados Obtenidos en Programa IBM SPSS al Aplicar la Prueba de W de Kendall.*

<b>Estadísticos de Prueba</b>	
N	116
<b>W de Kendall a.</b>	<b>,950</b>
Chi-cuadrado	330,516
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Coeficiente de concordancia de Kendall

Los valores del coeficiente de Kendall pueden variar de 0 a 1. Mientras mayor sea el valor del coeficiente de Kendall, más fuerte será la asociación. Por lo general, los coeficientes de Kendall de 0.9 o mayores se consideran muy buenos. Un coeficiente de Kendall alto o significativo indica que los evaluadores aplican esencialmente el mismo estándar cuando evalúan las muestras (Minitab18, 2019).

**Tabla 15***Resultados Programa IBM SPSS del Análisis Rango de Valores en Variables Propuestas.*

<b>Análisis de Contenido</b>		
<b>ítem</b>	<b>VARIABLES PROPUESTAS</b>	<b>Rango Promedio</b>
1.0	Orden Asentado de muro	13.81
2.0	Orden Vaciado Falso piso	17.90
3.0	Orden Revestimientos	19.28
4.0	Tiempo de Desencofrado de Columnas	9.77
5.0	Tiempo de desencofrado de Vigas	25.98
6.0	Tiempo de Desencofrado de Placas	11.39
7.0	Tiempo de Desencofrado de losa	26.39
8.0	Ejecución de Muros después del Vaciado de Losa	21.24
9.0	Ejecución de Falso piso después del Vaciado de Losa	25.99
10.0	Ejecución de Revestimientos después del Vaciado de Losa	26.54
11.0	Ejecución de Vaciado de Columnas después del Vaciado de Losa	17.49
12.0	Orden Vaciado de Columnas	6.35
13.0	Orden Armado de Losa	11.96
14.0	Orden Vaciado de Losa	15.48



Ítem	Variabes Propuestas	Rango Promedio
16.0	Nivel de piso a partir del cual se subirá el material	9.76
17.0	Nivel de Almacenaje de agregados Para Muros y Agregados	6.46
18.0	Nivel de Almacenaje de agregados Para Elementos Estructurales	5.94
19.0	Aditivo Usado	10.65
20.0	Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Nivel Previo al Actual	14.33
21.0	Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Nivel Actual	14.33
22.0	Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Previo Nivel	16.69
23.0	Tipo de Encofrado Utilizado	10.31
24.0	Ejecución de Armado de Losa después del Vaciado de Losa	17.49
25.0	Ejecución de Vaciado de Losa después del Vaciado de primera Losa	25.08
26.0	Método usado para el Vaciado de Losa	16.83
27.0	Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar la losa	9.82
28.0	Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar Columnas y Placas	10.07
29.0	Nro. de Maestro de Obra	4.80
30.0	Nro. de Operarios	13.79
31.0	Nro. de Peones	20.49
32.0	Tiempo en que se realiza el vaciado de una losa de entrepiso	26.39

#### 3.1.3.4. Validez de Constructo.

Las características con las que se están trabajando, al ser cualitativas y representar actitudes o percepciones, no se pueden medir directamente, sino, hay que valorarlas a través de indicadores. Se trata ahora de examinar el grado en que los indicadores definidos miden adecuadamente el concepto (constructo) que se quiere medir. (Pedraza., s.f.)

Cada uno de los indicadores requiere ser evaluados para poder comprobar si esos cumplen de manera adecuada con el objetivo de medición que se realizó.

Tomando los datos recolectados, y habiendo definido los indicadores dentro del programa de análisis estadístico IBM SPSS se procede a realizar el análisis correspondiente a la prueba de Esfericidad de Bartlett.

#### Tabla 16

Resultados Programa IBM SPSS al Realizar la Prueba de KMO y Bartlett.

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		.521
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	399.541
	gl	6
	Sig.	.000



Se tiene un valor de 0.000 para sig. En la prueba de esfericidad de Bartlett y un MKO de 0.521, se recomienda “El estadístico KMO varía 0 y 1. Los valores pequeños indican que el análisis factorial puede no ser una buena idea, dado que las correlaciones entre los pares de las variables no pueden ser explicadas por otras variables. Los menores que 0.5 indican que no se debe utilizar el análisis factorial con los datos muestrales que se están analizando” (SPSS, f.d).

Por lo tanto, el Análisis factorial como herramienta para la minoración de datos no es aplicable ya que no todos los pares de datos son explicados unos con otros, a continuación, se mostrarán las tablas de Comunalidades y de Matriz de componente rotado para visualizar las relaciones y representatividad de varianzas y covarianzas de los indicadores que se utilizar en la presente investigación.

**Tabla 17**  
*Resultados Obtenidos en Programa IBM SPSS al Realizar la Prueba de Comunalidades.*

<b>Comunalidades</b>		
<b>Variables Nominales u Ordinales</b>	<b>Inicial</b>	<b>Extracción</b>
Orden Asentado de muro	1.000	.816
Orden Vaciado Falso piso	1.000	.788
Orden Revestimientos	1.000	.585
Orden Vaciado de Columnas	1.000	.628
<b>Orden Armado de Losa</b>	<b>1.000</b>	<b>.919</b>
Orden Vaciado de Losa	1.000	.798
Nivel de piso a partir del cual se subirá el material	1.000	.634
Método usado para el Vaciado de Losa	1.000	.545
Nivel de Almacenaje de agregados Para Muros y Agregados	1.000	.696
Nivel de Almacenaje de agregados Para Elementos Estructurales	1.000	.794
Aditivo Usado	1.000	.548
Tipo de Encofrado Utilizado	1.000	.760
Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar la losa	1.000	.819
Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar Columnas y Placas	1.000	.824
Método de extracción: análisis de componentes principales.		



Empero que el Análisis factorial no es aplicable a esta investigación podemos hacer uso de este para poder observar que indicadores o variables son mejor explicados mediante un método de extracción.

Los resultados son presentados en la tabla de COMUNALIDADES la cual presenta la comunalidad de una variable o indicador de nuestra herramienta de investigación que puede ser definida como un porcentaje de su varianza explicada por el modelo factorial obtenido.

Se observa que el indicador ORDEN ARMADO DE LOSA es muy bien explicado por la herramienta.

**Tabla 18**  
*Matriz de Componente Rotado "a" Obtenidos en Programa IBM SPSS.*

Variables Nominales u Ordinales	Matriz de componente rotado "a"					
	1	2	3	4	5	6
Orden Armado de Losa	<b>,924</b>	-,038	-,180	,113	,128	,033
Orden Vaciado de Losa	<b>,874</b>	,063	-,069	,146	-,055	-,045
Orden Asentado de muro	-, <b>772</b>	,164	,047	-,011	,249	-,358
Orden Revestimientos	-, <b>732</b>	,048	-,076	,029	,035	,196
Orden Vaciado de Columnas	<b>,726</b>	,007	-,169	,216	,151	-,052
Orden Vaciado Falso piso	-, <b>557</b>	-,193	,335	-,312	-,426	,222
Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar Columnas y Placas	-,021	<b>,900</b>	,111	,012	-,025	-,006
Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar la losa	-,043	<b>,898</b>	,091	,030	-,041	,024
Nivel de piso a partir del cual se subirá el material	,040	,462	-,415	,135	-,124	<b>,460</b>
Método usado para el Vaciado de Losa	-,207	,149	<b>,465</b>	-,289	,424	-,031
Nivel de Almacenaje de agregados Para Elementos Estructurales	,087	-,020	-,180	<b>,863</b>	-,092	,018
Nivel de Almacenaje de agregados Para Muros y Agregados	,219	,096	,130	<b>,788</b>	,031	-,008
Aditivo Usado	-,013	-,083	,109	,078	<b>,721</b>	,059
Experiencia del encuestado	,116	-,070	-,324	-,191	<b>,694</b>	,149
Tipo de Encofrado Utilizado	-,107	,017	,177	-,027	,204	<b>,822</b>

Método de extracción: análisis de componentes principales.  
Met. de Rotación: Var.max con normalización Káiser.  
a. La rotación ha convergido en 5 iteraciones.



En la tabla anterior se observa la saturación relativa de cada variable en cada uno de los seis factores del Análisis factorial, se observa que en el primer factor se encuentra las variables de Orden, en el segundo factor se encuentran las variables de Nivel, en el Tercer factor se encuentran las variables de experiencia según el método de construcción, en el cuarto factor se encuentran las variables de Almacenaje, en el quinto factor se encuentran las variables de uso de materiales por experiencia, en el sexto factor se encuentran las variables de tipo de encofrado por número de niveles.

### **3.1.3.5. Validez Total.**

La validez de una herramienta de medición está dada por:

Validez TOTAL= Validez de contenido + Validez de criterio+ Validez de constructo.

La validez de la herramienta respecto al contenido establecida por la W. DE KENDALL arroja un valor significativo de este coeficiente por lo que se asegura la validez de contenido.

La validez de la herramienta respecto al constructo establecido por un Análisis factorial y descrito en la tabla de comunalidades, arroja que las variables planteadas son explicadas por la herramienta.

La validez de la herramienta respecto al criterio no está definida por no haber antecedentes de herramientas externas para comparación del instrumento de medición.

Por lo tanto, se asegura la validez de la herramienta por haber cumplido los criterios antes mencionados.

### **3.1.3.6. Análisis de Confiabilidad-Coeficiente Alfa de Cronbach.**

El coeficiente de confiabilidad es un coeficiente de correlación, teóricamente significa la correlación del test consigo mismo. Sus valores oscilan entre 0 y 1. Entre las escalas empleadas se tienen las mostradas en el cuadro siguiente.

**Tabla 19***Escala de Interpretación de la Magnitud del Coeficiente de Correlación*

Coeficiente de correlación	Magnitud
0.70 a 1.00	Muy fuerte
0.50 a 0.69	Sustancial
0.30 a 0.49	Moderada
0.10 a 0.29	Baja
0.01 a 0.09	Despreciable

Extraído de (Corral, 2009)

**Tabla 20***Cálculo del Alfa de Cronbach en Actividades de Desencofrado*

	Estadísticas de Total de Elemento			Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	
Tiempo de Desencofrado de Columnas	40,12	84,785	,451	,764
Tiempo de desencofrado de Vigas	23,46	30,320	,886	,398
Tiempo de Desencofrado de Placas	39,81	86,816	,348	,781
Tiempo de Desencofrado de losa	23,00	30,730	,894	,386

**Tabla 21***Cálculo de Estadísticas de Fiabilidad en Actividades de Desencofrado*

Estadísticas de Fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,733	4



El coeficiente de confiabilidad presenta valores de 0.733 para indicadores que explican los tiempos de desencofrado en elementos estructurales de un proceso constructivo, por lo que la herramienta posee confiabilidad para la medición de dichos indicadores.

**Tabla 22**  
*Cálculo del Alfa de Cronbach según Orden de Actividades*

	Estadísticas de total de elemento			Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	
Ejecución de Muros después del Vaciado de Losa	83,95	1781,130	,744	,835
Ejecución de Falso piso después del Vaciado de Losa	77,92	1903,017	,613	,860
Ejecución de Revestimientos después del Vaciado de Losa	76,56	1753,454	,727	,839
Ejecución de Vaciado de Columnas después del Vaciado de Losa	89,21	2173,062	,553	,868
Ejecución de Armado de Losa después del Vaciado de Losa	84,35	2004,855	,680	,848
Ejecución de Vaciado de Losa después del Vaciado de primera Losa	81,46	1872,926	,734	,837

**Tabla 23***Cálculo de Estadísticas de Fiabilidad según Orden de Actividades*

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,871	6

El coeficiente de confiabilidad presenta valores de 0.871 para indicadores que explican el orden de actividades en un proceso constructivo, por lo que la herramienta posee confiabilidad para la medición de dichos indicadores.

Finalmente, la herramienta aplicada en la presente investigación es adecuada ya que presenta validez y una confiabilidad mayor al 0.8 para el coeficiente de alfa de Cronbach, por lo que se tiene una alta confiabilidad en la herramienta de medición.

#### **3.1.4. Análisis Descriptivo de Datos.**

“El análisis descriptivo nos informa acerca de las cualidades básicas de los datos. El análisis descriptivo incluye estadígrafos (o estadísticos) como el rango, el mínimo, el máximo y la frecuencia. También incluye medidas de tendencia central como la media, mediana, moda, desviación estándar, y algunos otros que nos dicen acerca de la forma que tienen nuestros datos” (CGODOYR, 2019).

#### **3.1.5. Medidas de Tendencia Central.**

Las medidas de tendencia central indican de manera general la forma de responder de la muestra analizada, estas medidas son:

Mediana: Es el valor que divide en 2 partes iguales el número total de observaciones.

Media: Es el promedio del conjunto de observaciones.

Moda: Es el dato con mayor frecuencia absoluta.

**Tabla 24***Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 1-4.*

		<b>Estadísticos</b>			
		Tiempo de Desencofrado de Columnas	Tiempo de desencofrado de Vigas	Tiempo de Desencofrado de Placas	Tiempo de Desencofrado de losa
N	Válido	116	116	116	116
	Perdidos	0	0	0	0
Media		2,01	18,67	2,32	19,13
Mediana		2,00	18,50	2,00	20,00
Moda		1	15	2	21
Desv. Desviación		1,083	4,526	1,076	4,465
Rango		6	16	6	16
Mínimo		1	12	1	12
Máximo		7	28	7	28

**Tabla 25***Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 5-8.*

		<b>Estadísticos</b>			
		Orden Asentado de muro	Orden Vaciado Falso piso	Orden Revestimientos	Orden Vaciado de Columnas
N	Válido	115	115	115	115
	Perdidos	-	-	-	-
Media		3,22	4,75	5,18	1,45
Mediana		4,00	5,00	5,00	1,00
Moda		4	6	6	1
Desv. Desviación		1,362	1,503	1,064	,910
Rango		5	5	5	4
Mínimo		1	1	1	1
Máximo		6	6	6	5

**Tabla 26***Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 9-12.*

		Estadísticos			
		Orden Armado de Losa	Orden Vaciado de Losa	Ejecución de Muros después del Vaciado de Losa	Ejecución de Falso piso después del Vaciado de Losa
N	Válido	114	115	98	92
	Perdidos	-	-	-	-
Media		2,74	3,61	13,89	19,97
Mediana		2,00	3,00	12,50	20,00
Moda		2	3	7	28
Desv. Desviación		,996	1,098	11,834	12,138
Rango		4	5	64	67
Mínimo		1	1	1	1
Máximo		5	6	65	68

**Tabla 27***Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 13-16.*

		Estadísticos			
		Ejecución de Revestimientos después del Vaciado de Losa	Ejecución de Vaciado de Columnas después del Vaciado de Losa	Ejecución de Armado de Losa después del Vaciado de Losa	Ejecución de Vaciado de Losa después del Vaciado de primera Losa
N	Válido	91	96	94	90
	Perdidos	-	-	-	-
Media		22,10	9,24	14,01	17,01
Mediana		21,00	7,00	11,00	15,00
Moda		30	3a	7	10
Desv. Desviación		12,652	8,686	9,440	10,746
Rango		69	29	43	57
Mínimo		1	1	2	1
Máximo		70	30	45	58

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.

**Tabla 28***Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 17-20.*

		<b>Estadísticos</b>			
		Nivel de piso a partir del cual se subirá el material	Método usado para el Vaciado de Losa	Nivel de Almacenaje de agregados Para Muros y Agregados	Nivel de Almacenaje de agregados Para Elementos Estructurales
N	Válido	100	112	114	114
	Perdidos	-	-	-	-
	Media	2,33	3,81	1,37	1,23
	Mediana	2,00	5,00	1,00	1,00
	Moda	1	6	1	1
	Desv. Desviación	1,223	2,137	,613	,533
	Rango	5	6	2	2
	Mínimo	1	0	1	1
	Máximo	6	6	3	3

**Tabla 29***Medidas de Tendencia Central Obtenidas en Programa IBM SPSS, Variables 21-23.*

		<b>Estadísticos</b>			
		Aditivo Usado	Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Nivel Previo al Actual	Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Nivel Actual	Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Previo Nivel
N	Válido	113	93	92	93
	Perdidos	-	-	-	-
	Media	2,22	15,91	31,03	28,60
	Mediana	2,00	,00	30,00	10,00
	Moda	1	0	30	0
	Desv. Desviación	1,361	23,876	25,230	32,053
	Rango	6	100	100	100
	Mínimo	1	0	0	0
	Máximo	7	100	100	100

**Tabla 30***Medidas de Tendencia Central Obtenidas de IBM SPSS, Variables 24-27.*

		<b>Estadísticos</b>			
		Tipo de Encofrado Utilizado	Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar la losa	Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar Columnas y Placas	Nro de Maestro de Obra
N	Válido	116	115	115	110
	Perdidos	-	-	-	-
Media		2,15	2,17	2,17	1,03
Mediana		2,00	2,00	2,00	1,00
Moda		3	3	3	1
Desv. Desviación		,887	,888	,840	,164
Rango		2	2	2	1
Mínimo		1	1	1	1
Máximo		3	3	3	2

**Tabla 31***Medidas de Tendencia Central Obtenidas de IBM SPSS, Variables 28-31.*

		<b>Estadísticos</b>		
		Nro. de Operarios	Nro. de Peones	Tiempo en que se realiza el vaciado de una losa de entrespiso
N	Válido	108	106	116
	Perdidos	-	-	-
Media		3,42	7,26	18,70
Mediana		3,00	6,00	18,00
Moda		2	5	14a
Desv. Desviación		1,783	3,998	4,231
Rango		9	21	14
Mínimo		1	1	14
Máximo		10	22	28

a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.



### 3.1.6. Medidas de Dispersión

Las medidas de dispersión buscan dilucidar el grado de alejamiento del grupo de datos respecto a las medidas de tendencia central, las más frecuentes son.

Desviación estándar: Es el alejamiento promedio de un dato respecto a su media.

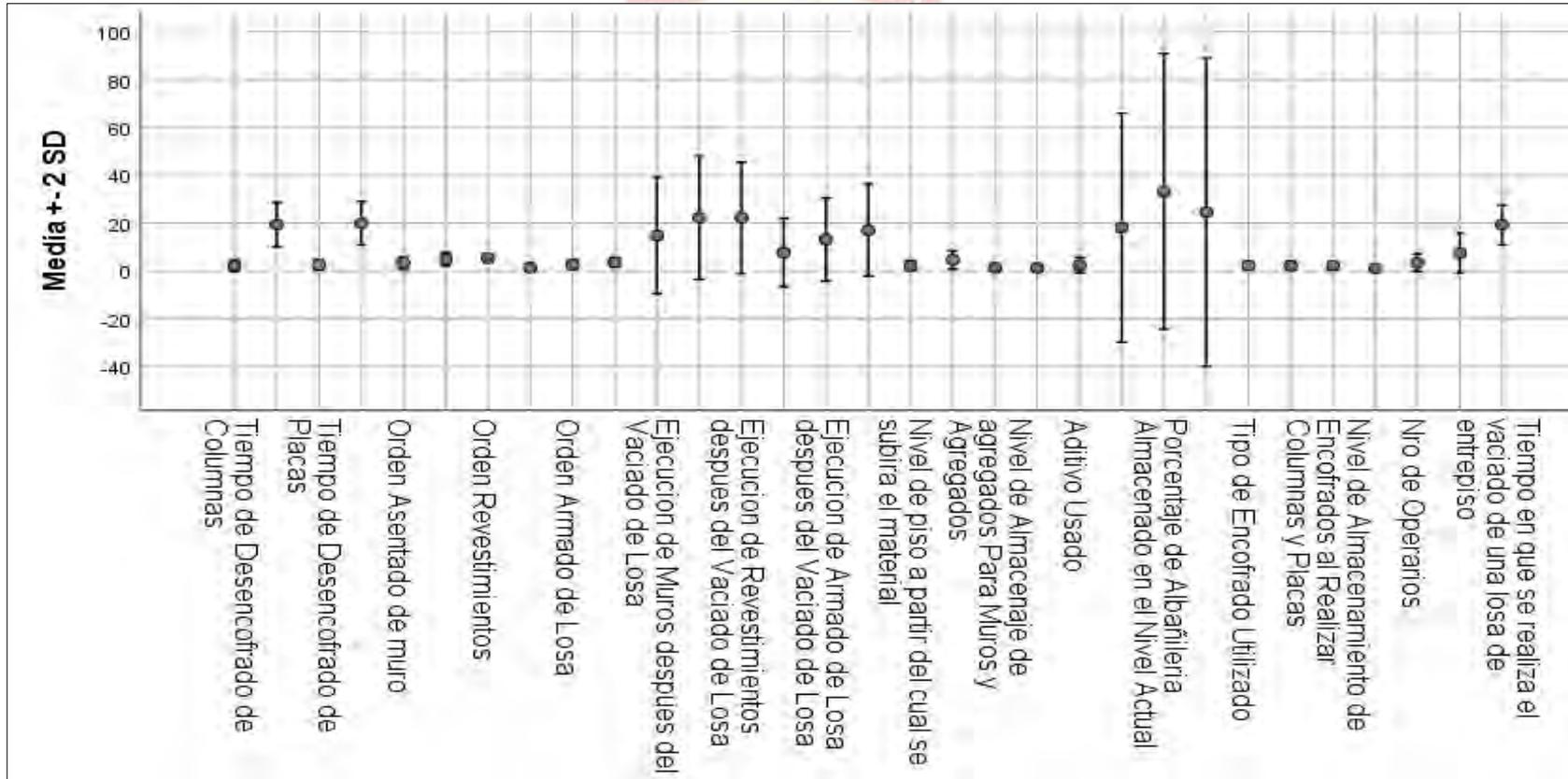
Varianza: Es el promedio de las distancias a la media elevado al cuadrado.

Coefficiente de variación: Es el producto del cociente de la desviación estándar muestral y la media muestral expresado en porcentaje.



Las actividades referentes al porcentaje de almacenamiento de materiales en un nivel específico presentan mayor desviación estándar como lo muestra la Figura 3, así como la ejecución de actividades correspondientes a acabados de la edificación.

**Figura 3**  
*Definición de Grupos*





**Tabla 32**  
*Estadísticos Descriptivos*

<b>Estadísticos descriptivos</b>					
	N	Mín.	Máx.	Media	Desviación
Tiempo de Desencofrado de Columnas	116	1	7	2,01	1,083
Tiempo de desencofrado de Vigas	116	12	28	18,67	4,526
Tiempo de Desencofrado de Placas	116	1	7	2,32	1,076
Tiempo de Desencofrado de losa	116	12	28	19,13	4,465
Orden Asentado de muro	115	1	6	3,22	1,362
Orden Vaciado Falso piso	115	1	6	4,75	1,503
Orden Revestimientos	115	1	6	5,18	1,064
Orden Vaciado de Columnas	115	1	5	1,45	,910
Orden Armado de Losa	114	1	5	2,74	,996
Orden Vaciado de Losa	115	1	6	3,61	1,098
Ejecución de Muros después del Vaciado de Losa	98	1	65	13,89	11,834
Ejecución de Falso piso después del Vaciado de Losa	92	1	68	19,97	12,138
Ejecución de Revestimientos después del Vaciado de Losa	91	1	70	22,10	12,652
Ejecución de Vaciado de Columnas después del Vaciado de Losa	96	1	30	9,24	8,686
Ejecución de Armado de Losa después del Vaciado de Losa	94	2	45	14,01	9,440
Ejecución de Vaciado de Losa después del Vaciado de primera Losa	90	1	58	17,01	10,746
Nivel de piso a partir del cual se subirá el material	100	1	6	2,33	1,223
Método usado para el Vaciado de Losa	112	0	6	3,81	2,137
Nivel de Almacenaje de agregados Para Muros y Agregados	114	1	3	1,37	,613
Nivel de Almacenaje de agregados Para Elementos Estructurales	114	1	3	1,23	,533
Aditivo Usado	113	1	7	2,22	1,361
Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Nivel Previo al Actual	93	0	100	15,91	23,876
Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Nivel Actual	92	0	100	31,03	25,230
Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Previo Nivel	93	0	100	28,60	32,053



	N	Mín.	Máx.	Media	Desviación
Tipo de Encofrado Utilizado	116	1	3	2,15	,887
Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar la losa	115	1	3	2,17	,888
Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar Columnas y Placas	115	1	3	2,17	,840
Nro de Maestro de Obra	110	1	2	1,03	,164
Nro de Operarios	108	1	10	3,42	1,783
Nro de Peones	106	1	22	7,26	3,998
Tiempo en que se realiza el vaciado de una losa de entrepiso	116	14	28	18,70	4,231
N válido (por lista)	56				





### 3.1.7. Resumen e Interpretación de Resultados

**Tabla 33**

*Resumen e Interpretación de Resultados*

Resumen e Interpretación de Resultados			
			Media
	Estadístico	Unidad	Descripción
Tiempo de Desencofrado de Columnas	2.01	días	La mayoría de encuestados realizan el desencofrado de columnas en "2 días"
Tiempo de desencofrado de Vigas	18.67	días	La mayoría de encuestados realizan el desencofrado de vigas en "18 días"
Tiempo de Desencofrado de Placas	2.32	días	La mayoría de encuestados realizan el desencofrado de placas en "2 días"
Tiempo de Desencofrado de losa	19.13	días	La mayoría de encuestados realizan el desencofrado de losa en "19 días"
Orden Asentado de muro	3.22		La mayoría de encuestados realizan en "tercer orden" la ejecución del asentado de muro
Orden Vaciado Falso piso	4.75		La mayoría de encuestados realizan en "quinto orden" la ejecución del Vaciado Falso piso
Orden Revestimientos	5.18		La mayoría de encuestados realizan en "quinto orden" la ejecución del Revestimiento
Orden Vaciado de Columnas	1.45		La mayoría de encuestados realizan en "segundo orden" la ejecución del Vaciado de Columnas
Orden Armado de Losa	2.74		La mayoría de encuestados realizan en "tercer orden" la ejecución del Armado de Losa
Orden Vaciado de Losa	3.61		La mayoría de encuestados realizan en "cuarto orden" la ejecución del Vaciado de Losa
Ejecución de Muros después del Vaciado de Losa	13.696	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Muros después de "14 días" luego del Vaciado de Losa
Ejecución de Falso piso después del Vaciado de Losa	19.97	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Falso piso después de "20 días" luego del Vaciado de Losa
Ejecución de Revestimientos después del Vaciado de Losa	22.10	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Revestimientos después de "22 días" luego del Vaciado de Losa
Ejecución de Vaciado de Columnas después del Vaciado de Losa	9.24	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Vaciado de Columnas después de "09 días" luego del Vaciado de Losa
Ejecución de Armado de Losa después del Vaciado de Losa	14.01	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Armado de Losa después de "14 días" luego del Vaciado de Losa
Ejecución de Vaciado de Losa después del Vaciado de primera Losa	15.10	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Vaciado de Losa después de "15 días" luego del Vaciado de la Losa anterior
Nivel de piso a partir del cual se subirá el material	2.33		La mayoría de encuestados subirán el material de trabajo a partir del "2do" Nivel"
Método usado para el Vaciado de Losa	3.81		La mayoría de encuestados realizan el Vaciado de Losa con " Winche los 4 primeros Niveles y demás con Bomba."



	Estadístico	Unid	Descripción
Nivel de Almacenaje de agregados Para Muros y Agregados	1.37		La mayoría de encuestados realizan el Almacenaje de agregados Para Muros en el " Primer Nivel"
Nivel de Almacenaje de agregados Para Elementos Estructurales	1.23		La mayoría de encuestados realizan el Almacenaje de agregados Para Elementos Estructurales en el " Primer Nivel"
Aditivo Usado	2.22		La mayoría de encuestados utilizan "aditivo acelerante de fragua"
Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Nivel Previo al Actual	15.91	%	La mayoría de encuestados Almacenan el "17.558%" de Albañilería en el Nivel Previo al Actual
Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Nivel Actual	31.03	%	La mayoría de encuestados Almacenan el "30.529%" de Albañilería en el Nivel Actual
Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Primer Nivel	28.60	%	La mayoría de encuestados Almacenan el "17.558%" de Albañilería en el Primer Nivel
Tipo de Encofrado Utilizado	2.15		La mayoría de encuestados utilizan "Encofrado Metálico"
Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar la losa	2.17		La mayoría de encuestados Almacenan el encofrado en el "Nivel en el que se ejecuta el trabajo"
Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar Columnas y Placas	2.17		La mayoría de encuestados Almacenan el encofrado en el "Nivel en el que se ejecuta el trabajo"
Nro. de Maestro de Obra	1.03		La mayoría de encuestados requieren de "01 Maestro de Obra" para ejecutar un área de construcción de aproximadamente 100 m2.
Nro. de Operarios	3.42		La mayoría de encuestados requieren de "03 Operarios" para ejecutar un área de construcción de aproximadamente 100 m2.
Nro. de Peones	7.26		La mayoría de encuestados requieren de "07 Peones" para ejecutar un área de construcción de aproximadamente 100 m2.
Tiempo en que se realiza el vaciado de una losa de entpiso	18.70		La mayoría de encuestados requieren de "18 días" para la ejecución de dos losas contiguas con un área aproximada de 100 m2.

**Tabla 34***Rendimientos de Mano de Obra -Partidas de Estructuras en la Ciudad del Cusco*

N	ACTIVIDADES	Op	Of	Pn	Und	Promedio	Rendim. CAPECO	T(h)
1	Encofrado en placas	1	1	1	m2	10.3	12	8
2	Vaciado de placa	1	1	4	m3	9.71	10	8
3	Desencofrado de placa		1		m2	44.59	50	8



N	ACTIVIDADES	Op	Of	Pn	Und	Promedio	Rendim. CAPECO	T(h)
4	Solaqueado del sótano			2	m2	14.3	14	8
5	Habilitación de encofrado para la columna		1	1	m2	38.14	40	8
6	Encofrado para columna	1		1	m2	9.26	10	8
7	Vaciado de Columna	1		3	m3	9.19	10	8
8	Desencofrado de columna		1	1	m2	38.15	40	8
9	Encofrado de viga	1	1	1	m2	9.43	9	8
10	vaciado de viga	1	1	2	m3	18.51	20	8
11	Encofrado de losa aligerada	1	1	1	m2	10.75	12	8
12	Vaciado de losa aligerada	1	1	6	m3	19.43	25	8
13	Desencofrado de losa aligerada		1	2	m2	33.39	36	8
14	Tarrajeo de viga		1	1	m2	6.85	6.5	8
15	Tarrajeo de columna		1		m2	6.46	89	8
16	Encofrado de Escaleras	1	1		m2	5.17	6	8
17	Vaciado de escaleras		1	3	m3	9.5	12	8

Fuente: (Escobar Herrera, 2016, pág. 175)

**Tabla 35***Rendimiento de Mano de Obra Para Trabajos de Albañilería*

2	Muros y Tabiques de Albañilería	Und	Rend	Cuadrilla			Equipo y/o Herram.	Ladrillo/m 2 sogá	Und	Rend. Dia
				Op	Of	Pn				
2.0	Ladrillo arcilla o calcárea mezcla 1:5									
3										
a	<i>Muro Cabeza</i>									
	Menor a 2 m de longitud	Pza.	460	1	0	.5	Andamio Simple	46	m2	10
	De 2 a 4ml de Longitud	Pza.	510	1	0	.5	Andamio Simple	46	m2	11.08
	Mayor a 4m de longitud	Pza.	550	1	0	.5	Andamio Simple	46	m2	11.95
b	<i>Muro sogá</i>									
	Menor a 2 m de longitud	Pza.	290	1	0	.5	Andamio Simple	31	m2	9.35
	De 2 a 4 ml de Longitud	Pza.	330	1	0	.5	Andamio Simple	31	m2	10.64
	Mayor a 4ml de longitud	Pza.	360	1	0	.5	Andamio Simple	31	m2	10.61

Fuente: (CAPECO, Octubre 2013, pág. 69)



**Tabla 36**  
*Rendimiento de Mano de Obra Para Trabajos de Revestimientos*

3	Revoques y Enlucidos	Und	Rend Dia (8 h)	Cuadrilla			Equipo y/o Herram.
				Op	Of	Pn	
3.01	Tarrajeo-acabado en interiores sin pañeteo previo, espesor 1.5 cm						
a	Mezcla 1:5						
	De menos de 2 m de longitud	m2	12	1	0	0.5	Andamio Simple
	De 2 a 4ml de Longitud	m2	15	1	0	0.5	Andamio Simple
	De más de 4ml de longitud	m2	16	1	0	0.5	Andamio Simple
3.02	Empastado con yeso en Cielorraso						
	Menos de 10 m2 de área	m2	13	1	0	0.33	Andamio
	De 10 a 20 m2 de área	m2	14	1	0	0.33	Andamio
	Más de 20m2 de área	m2	17	1	0	0.33	Andamio
4	Pisos y Pavimentos						
4.01	Piso de Loseta Veneciana o Corriente de 20x20						
	Menos de 10 m2 de área	m2	7	1	0	0.5	
	De 10 a 20 m2 de área	m2	9	1	0	0.5	
	Más de 20m2 de área	m2	12	1	0	0.5	

Nota. Tomado de (CAPECO, Octubre 2013, pág. 83)

**Tabla 37**  
*Duración del Proceso Constructivo del Vaciado de Columnas*

Vaciado de Columna	Und	Metrado	Rendimiento	Tiempo Efectivo	Tiempo Asumido
Columna sótano	m3	11.6	9.2	1.26224157	2
Columna Semisótano	m3	11.2	9.2	1.21545158	2
Columna Patio	m3	0.29	9.2	0.03155604	1
Columna Primer Nivel	m3	11.2	9.2	1.21490751	2
Columna Segundo Nivel	m3	11.2	9.2	1.21490751	2
Columna Tercer Nivel	m3	11.2	9.2	1.21490751	2
Columna Cuarto Nivel	m3	11.2	9.2	1.21490751	2
Columna Quinto Nivel	m3	11.2	9.2	1.21490751	2
Columna Sexto Nivel	m3	11.2	9.2	1.21490751	2
Columna Séptimo Nivel	m3	11.2	9.2	1.21490751	2
Columna Octavo Nivel	m3	11.2	9.2	1.21490751	2

**Tabla 38***Duración del Proceso Constructivo del Encofrado de Columnas*

<b>Encofrado de Columna</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo Efectivo</b>	<b>Tiempo Asumido</b>
Encofrado sótano	m2	106	9.3	11.4492441	12
Encofrado Semi sótano	m2	102	9.3	11.0615551	12
Encofrado Patio	m2	6.72	9.3	0.72570194	1
Encofrado Primer Nivel	m2	102	9.3	11.0612851	12
Encofrado Segundo Nivel	m2	102	9.3	11.0612851	12
Encofrado Tercer Nivel	m2	102	9.3	11.0612851	12
Encofrado Cuarto Nivel	m2	102	9.3	11.0612851	12
Encofrado Quinto Nivel	m2	102	9.3	11.0612851	12
Encofrado Sexto Nivel	m2	102	9.3	11.0612851	12
Encofrado Séptimo Nivel	m2	102	9.3	11.0612851	12
Encofrado Octavo Nivel	m2	102	9.3	11.0612851	12

**Tabla 39***Duración del Proceso Constructivo del Desencofrado de Columnas*

<b>Desencofrado de Columna</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Desencofrado sótano	m2	106	38	2.77903014	3
Desencofrado Semi sótano	m2	102	38	2.68492792	3
Encofrado Patio	m2	6.72	38	0.17614679	1
Desencofrado Primer Nivel	m2	102	38	2.68486239	3
Desencofrado Segundo Nivel	m2	102	38	2.68486239	3
Desencofrado Tercer Nivel	m2	102	38	2.68486239	3
Desencofrado Cuarto Nivel	m2	102	38	2.68486239	3
Desencofrado Quinto Nivel	m2	102	38	2.68486239	3
Desencofrado Sexto Nivel	m2	102	38	2.68486239	3
Desencofrado Séptimo Nivel	m2	102	38	2.68486239	3
Desencofrado Octavo Nivel	m2	102	38	2.68486239	3

**Tabla 40***Duración del Proceso Constructivo del Vaciado de Placas*

Vaciado de Placa	Und	Metrado	Rendimiento	Tiempo efectivo	Tiempo asumido
Placa sótano	m3	11.89	9.71	1.22451081	2
Placa Semi sótano	m3	11.89	9.71	1.22451081	2
Placa Patio	m3		9.71	0	0
Placa Primer Nivel	m3	11.89	9.71	1.22451081	2
Placa Segundo Nivel	m3	11.89	9.71	1.22451081	2
Placa Tercer Nivel	m3	11.89	9.71	1.22451081	2
Placa Cuarto Nivel	m3	11.89	9.71	1.22451081	2
Placa Quinto Nivel	m3	11.89	9.71	1.22451081	2
Placa Sexto Nivel	m3	11.89	9.71	1.22451081	2
Placa Séptimo Nivel	m3	11.89	9.71	1.22451081	2
Placa Octavo Nivel	m3	11.89	9.71	1.22451081	2

**Tabla 41***Duración del Proceso Constructivo del Encofrado de Placa*

Encofrado de Placa	UND	METRADO	RENDIMIENTO	TIEMPO EFECTIVO	TIEMPO ASUMIDO
Placa Sótano	m2	100.34	10.3	9.74174757	10
Placa Semi sótano	m2	100.34	10.3	9.74174757	10
Placa Patio	m2		10.3	0	0
Placa Primer Nivel	m2	100.34	10.3	9.74174757	10
Placa Segundo Nivel	m2	100.34	10.3	9.74174757	10
Placa Tercer Nivel	m2	100.34	10.3	9.74174757	10
Placa Cuarto Nivel	m2	100.34	10.3	9.74174757	10
Placa Quinto Nivel	m2	100.34	10.3	9.74174757	10
Placa Sexto Nivel	m2	100.34	10.3	9.74174757	10
Placa Séptimo Nivel	m2	100.34	10.3	9.74174757	10
Placa Octavo Nivel	m2	100.34	10.3	9.74174757	10

**Tabla 42***Duración del Proceso Constructivo del Desencofrado de Placa.*

<b>Desencofrado de Placa</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Desencofrado Placa sótano	m2	100.34	44.59	2.25028033	3
Desencofrado Placa Semi sótano	m2	100.34	44.59	2.25028033	3
Desencofrado Placa Patio	m2		44.59	0	0
Desencofrado Placa Primer Nivel	m2	100.34	44.59	2.25028033	3
Desencofrado Placa Segundo Nivel	m2	100.34	44.59	2.25028033	3
Desencofrado Placa Tercer Nivel	m2	100.34	44.59	2.25028033	3
Desencofrado Placa Cuarto Nivel	m2	100.34	44.59	2.25028033	3
Desencofrado Placa Quinto Nivel	m2	100.34	44.59	2.25028033	3
Desencofrado Placa Sexto Nivel	m2	100.34	44.59	2.25028033	3
Desencofrado Placa Séptimo Nivel	m2	100.34	44.59	2.25028033	3
Desencofrado Placa Octavo Nivel	m2	100.34	44.59	2.25028033	3

**Tabla 43***Duración del Proceso Constructivo del Vaciado de Vigas.*

<b>Vaciado de Vigas</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Vigas sótano	m3	22.89	18.51	1.2366	2
Vigas Semi sótano	m3	23.93	18.51	1.29281	2
Vigas Patio	m3		18.51	0	0
Vigas Primer Nivel	m3	24.3	18.51	1.3128	2
Vigas Segundo Nivel	m3	24.3	18.51	1.3128	2
Vigas Tercer Nivel	m3	24.3	18.51	1.3128	2
Vigas Cuarto Nivel	m3	24.3	18.51	1.3128	2
Vigas Quinto Nivel	m3	24.3	18.51	1.3128	2
Vigas Sexto Nivel	m3	24.3	18.51	1.31280	2
Vigas Séptimo Nivel	m3	24.3	18.51	1.31280	2
Vigas Octavo Nivel	m3	24.3	18.51	1.31280	2

**Tabla 44***Duración del Proceso Constructivo del Encofrado de Vigas*

Encofrado de Vigas	Und	Metrado	Rendimiento	Tiempo efectivo	Tiempo asumido
Encofrado Vigas sótano	m2	78.56	9.43	22.9862142	9
Encofrado Vigas Semi sótano	m2	85.38	9.43	27.8112407	10
Encofrado Vigas Patio	m2		9.43	0	0
Encofrado Vigas Primer Nivel	m2	85.40	9.43	27.9745493	10
Encofrado Vigas Segundo Nivel	m2	85.40	9.43	27.9745493	10
Encofrado Vigas Tercer Nivel	m2	85.40	9.43	27.9745493	10
Encofrado Vigas Cuarto Nivel	m2	85.40	9.43	27.9745493	10
Encofrado Vigas Quinto Nivel	m2	85.40	9.43	27.9745493	10
Encofrado Vigas Sexto Nivel	m2	85.40	9.43	27.9745493	10
Encofrado Vigas Séptimo Nivel	m2	85.40	9.43	27.9745493	10
Encofrado Vigas Octavo Nivel	m2	85.40	9.43	27.9745493	10

**Tabla 45***Duración del Proceso Constructivo del Vaciado de Losa Aligerada y Llena*

Vaciado de Losa Aligerada y Losa Llena	Und	Metrado	Rendimiento	Tiempo efectivo	Tiempo asumido
Losa Aligerada sótano	m3	16.44	19.43	0.84611	1
Losa llena sótano	m3	4.77	19.43	0.2454	1
Losa aligerada semi sótano	m3	16.36	19.43	0.84199	1
Losa llena Semi sótano	m3	4.77	19.43	0.2454	1
Losa Aligerada Primer Nivel	m3	17.075	19.43	0.8787	1
Losa Llena Primer Nivel	m3	4.7675	19.43	0.2453	1
Losa Aligerada Segundo Nivel	m3	17.075	19.43	0.8787	1
Losa llena Segundo Nivel	m3	4.7675	19.43	0.2453	1
Losa Aligerada Tercer Nivel	m3	17.075	19.43	0.8787	1
Losa Llena Tercer Nivel	m3	4.7675	19.43	0.2453	1
Losa Aligerada Cuarto Nivel	m3	17.075	19.43	0.8787	1
Losa Llena Cuarto Nivel	m3	4.7675	19.43	0.2453	1
Losa Aligerada Quinto Nivel	m3	17.075	19.43	0.8787	1
Losa Llena Quinto Nivel	m3	4.7675	19.43	0.2453	1
Losa Aligerada Sexto Nivel	m3	17.075	19.43	0.878	1
Losa Llena Sexto Nivel	m3	4.7675	19.43	0.2453	1
Losa Aligerada Séptimo Nivel	m3	17.075	19.43	0.8787	1
Losa Llena Séptimo Nivel	m3	4.7675	19.43	0.2453	1
Losa Aligerada Octavo Nivel	m3	17.075	19.43	0.8787	1
Losa Llena Octavo Nivel	m3	4.7675	19.43	0.2453	1

**Tabla 46***Duración del Proceso Constructivo del Encofrado de Losa Aligerada y Llena*

<b>Encofrado de Losa Aligerada y Losa Llena</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Encofrado Losa Aligerada sótano	m2	173.02	10.75	16.0948837	17
Encofrado Losa llena sótano	m2	23.84	10.75	2.21767442	3
Encofrado Losa aligerada semi sótano	m2	172.17	10.75	16.015814	17
Encofrado Losa llena Semi sótano	m2	23.84	10.75	2.21767442	3
Encofrado Losa Aligerada Primer Nivel	m2	179.74	10.75	16.72	17
Encofrado Losa Llena Primer Nivel	m2	23.84	10.75	2.21767442	3
Encofrado Losa Aligerada Segundo Nivel	m2	179.74	10.75	16.72	17
Encofrado Losa llena Segundo Nivel	m2	23.84	10.75	2.21767442	3
Encofrado Losa Aligerada Tercer Nivel	m2	179.74	10.75	16.72	17
Encofrado Losa Llena Tercer Nivel	m2	23.84	10.75	2.21767442	3
Encofrado Losa Aligerada Cuarto Nivel	m2	179.74	10.75	16.72	17
Encofrado Losa Llena Cuarto Nivel	m2	23.84	10.75	2.21767442	3
Encofrado Losa Aligerada Quinto Nivel	m2	179.74	10.75	16.72	17
Encofrado Losa Llena Quinto Nivel	m2	23.84	10.75	2.21767442	3
Encofrado Losa Aligerada Sexto Nivel	m2	179.74	10.75	16.72	17
Encofrado Losa Llena Sexto Nivel	m2	23.84	10.75	2.21767442	3
Encofrado Losa Aligerada Séptimo Nivel	m2	179.74	10.75	16.72	17
Encofrado Losa Llena Séptimo Nivel	m2	23.84	10.75	2.21767442	3
Encofrado Losa Aligerada Octavo Nivel	m2	179.74	10.75	16.72	17
Encofrado Losa Llena Octavo Nivel	m2	23.84	10.75	2.21767442	3

**Tabla 47***Duración del Proceso Constructivo del Desencofrado de Losa Aligerada y Llena*

<b>Desencofrado de Losa Aligerada y Losa Llena</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Desencofrado Losa Aligerada sótano	m2	173.02	33.39	5.1817	6
Desencofrado Losa llena sótano	m2	23.84	33.39	0.7139	1
Desencofrado Losa aligerada semi sótano	m2	172.17	33.39	5.1563	6
Desencofrado Losa llena Semi sótano	m2	23.84	33.39	0.7139	1
Desencofrado Losa Aligerada Primer Nivel	m2	179.74	33.39	5.3830	6
Desencofrado Losa Llena Primer Nivel	m2	23.84	33.39	0.7139	1
Desencofrado Losa Aligerada Segundo Nivel	m2	179.74	33.39	5.3830	6
Desencofrado Losa llena Segundo Nivel	m2	23.84	33.39	0.7139	1
Desencofrado Losa Aligerada Tercer Nivel	m2	179.74	33.39	5.3830	6
Desencofrado Losa Llena Tercer Nivel	m2	23.84	33.39	0.7139	1
Desencofrado Losa Aligerada Cuarto Nivel	m2	179.74	33.39	5.3830	6
Desencofrado Losa Llena Cuarto Nivel	m2	23.84	33.39	0.7139	1
Desencofrado Losa Aligerada Quinto Nivel	m2	179.74	33.39	5.3830	6
Desencofrado Losa Llena Quinto Nivel	m2	23.84	33.39	0.7139	1
Desencofrado Losa Aligerada Sexto Nivel	m2	179.74	33.39	5.3830	6
Desencofrado Losa Llena Sexto Nivel	m2	23.84	33.39	0.7139	1
Desencofrado Losa Aligerada Séptimo Nivel	m2	179.74	33.39	5.3830	6
Desencofrado Losa Llena Séptimo Nivel	m2	23.84	33.39	0.7139	1
Desencofrado Losa Aligerada Octavo Nivel	m2	179.74	33.39	5.3830	6
Desencofrado Losa Llena Octavo Nivel	m2	23.84	33.39	0.7139	1

**Tabla 48***Duración del Proceso Constructivo del Asentado Muro de Albañilería.*

<b>Asentado de Muro h= 2.9 metros.</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Asentado Muro sótano	m2	179.57	10.645161	16.8686	17
Asentado Muro semi sótano	m2	210.4	10.645161	19.7648	20
Asentado Muro Primer Nivel	m2	284.18625	10.645161	26.6962	27
Asentado Muro Segundo Nivel	m2	284.18625	10.645161	26.6962	27
Asentado Muro Tercer Nivel	m2	284.18625	10.645161	26.6962	27
Asentado Muro Cuarto Nivel	m2	284.18625	10.645161	26.6962	27
Asentado Muro Quinto Nivel	m2	284.18625	10.645161	26.6962	27
Asentado Muro Sexto Nivel	m2	284.18625	10.645161	26.6962	27
Asentado Muro Séptimo Nivel	m2	284.18625	10.645161	26.6962	27
Asentado Muro Octavo Nivel	m2	284.18625	10.645161	26.6962	27

**Tabla 49***Duración del Proceso Constructivo del Tarrajeo de Muro Interior.*

<b>Tarrajeo Acabado en Muros Interiores</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendim.</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Tarrajeo en Muro sótano	m2	179.57	15	11.9713333	12
Tarrajeo en Muro semi sótano	m2	210.4	15	14.0266667	15
Tarrajeo en Muro Primer Nivel	m2	284.18625	15	18.94575	19
Tarrajeo en Muro Segundo Nivel	m2	284.18625	15	18.94575	19
Tarrajeo en Muro Tercer Nivel	m2	284.18625	15	18.94575	19
Tarrajeo en Muro Cuarto Nivel	m2	284.18625	15	18.94575	19
Tarrajeo en Muro Quinto Nivel	m2	284.18625	15	18.94575	19
Tarrajeo en Muro Sexto Nivel	m2	284.18625	15	18.94575	19
Tarrajeo en Muro Séptimo Nivel	m2	284.18625	15	18.94575	19



**Tabla 50**  
*Duración del Proceso Constructivo del Tarrajeo de Vigas.*

Tarrajeo en Vigas	Und	Metrado	Rendimiento	Tiempo efectivo	Tiempo asumido
Tarrajeo en Vigas sótano	m2	78.56	6.85	31.64379 56	12
Tarrajeo en Vigas Semi sótano	m2	85.38	6.85	38.28613 14	13
Tarrajeo en Vigas Patio	m2		6.85	0	0
Tarrajeo en Vigas Primer Nivel	m2	85.40	6.85	38.51094 89	13
Tarrajeo en Vigas Segundo Nivel	m2	85.40	6.85	38.51094 89	13
Tarrajeo en Vigas Tercer Nivel	m2	85.40	6.85	38.51094 89	13
Tarrajeo en Vigas Cuarto Nivel	m2	85.40	6.85	38.51094 89	13
Tarrajeo en Vigas Quinto Nivel	m2	85.40	6.85	38.51094 89	13
Tarrajeo en Vigas Sexto Nivel	m2	85.40	6.85	38.51094 89	13
Tarrajeo en Vigas Séptimo Nivel	m2	85.40	6.85	38.51094 89	13
Tarrajeo en Vigas Octavo Nivel	m2	85.40	6.85	38.51094 89	13

**Tabla 51**  
*Duración del Proceso Constructivo del Tarrajeo de Placa*

Tarrajeo de Placa	Und	Metrado	Rendimiento	Tiempo efectivo	Tiempo asumido
Encofrado Placa sótano	m2	100.34	6.46	15.5325	16
Encofrado Placa Semi sótano	m2	100.34	6.46	15.5325	16
Encofrado Placa Patio	m2		6.46	0	0
Encofrado Placa Primer Nivel	m2	100.34	6.46	15.5325	16
Encofrado Placa Segundo Nivel	m2	100.34	6.46	15.5325	16
Encofrado Placa Tercer Nivel	m2	100.34	6.46	15.5325	16
Encofrado Placa Cuarto Nivel	m2	100.34	6.46	15.5325	16
Encofrado Placa Quinto Nivel	m2	100.34	6.46	15.5325	16
Encofrado Placa Sexto Nivel	m2	100.34	6.46	15.5325 077	16
Encofrado Placa Séptimo Nivel	m2	100.34	6.46	15.5325 077	16
Encofrado Placa Octavo Nivel	m2	100.34	6.46	15.5325 077	16

**Tabla 52***Duración del Proceso Constructivo del Tarrajeo de Columna.*

<b>Tarrajeo de Columna</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Tarrajeo de Columna sótano	m2	106.02	9.26	11.4492441	12
Tarrajeo de Columna Semi sótano	m2	102.43	9.26	11.0615551	12
Tarrajeo de Columna Patio	m2	6.72	9.26	0.72570194	1
Tarrajeo de Columna Primer Nivel	m2	102.4275	9.26	11.0612851	12
Tarrajeo de Columna Segundo Nivel	m2	102.4275	9.26	11.0612851	12
Tarrajeo de Columna Tercer Nivel	m2	102.4275	9.26	11.0612851	12
Tarrajeo de Columna Cuarto Nivel	m2	102.4275	9.26	11.0612851	12
Tarrajeo de Columna Quinto Nivel	m2	102.4275	9.26	11.0612851	12
Tarrajeo de Columna Sexto Nivel	m2	102.4275	9.26	11.0612851	12
Tarrajeo de Columna Séptimo Nivel	m2	102.4275	9.26	11.0612851	12
Tarrajeo de Columna Octavo Nivel	m2	102.4275	9.26	11.0612851	12

**Tabla 53***Duración del Proceso Constructivo Del Empastado Acabado de Cielorraso*

<b>Empastado Acabado de Cielorraso</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Cielorraso Losa Aligerada sótano	m2	173.02	17	10.1776471	11
Cielorraso Losa llena sótano	m2	23.84	17	1.40235294	2
Cielorraso Losa aligerada semi sótano	m2	172.17	17	10.1276471	11
Cielorraso Losa llena Semi sótano	m2	23.84	17	1.40235294	2
Cielorraso Losa Aligerada Primer Nivel	m2	179.74	17	10.5729412	11
Cielorraso Losa Llena Primer Nivel	m2	23.84	17	1.40235294	2
Cielorraso Losa Aligerada Segundo Nivel	m2	179.74	17	10.5729412	11
Cielorraso Losa llena Segundo Nivel	m2	23.84	17	1.40235294	2
Cielorraso Losa Aligerada Tercer Nivel	m2	179.74	17	10.5729412	11



<b>Empastado Acabado de Cielorraso</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Cielorraso Losa Llena Tercer Nivel	m2	23.84	17	1.40235294	2
Cielorraso Losa Aligerada Cuarto Nivel	m2	179.74	17	10.5729412	11
Cielorraso Losa Llena Cuarto Nivel	m2	23.84	17	1.40235294	2
Cielorraso Losa Aligerada Quinto Nivel	m2	179.74	17	10.5729412	11
Cielorraso Losa Llena Quinto Nivel	m2	23.84	17	1.40235294	2
Cielorraso Losa Aligerada Sexto Nivel	m2	179.74	17	10.5729412	11
Cielorraso Losa Llena Sexto Nivel	m2	23.84	17	1.40235294	2
Cielorraso Losa Aligerada Séptimo Nivel	m2	179.74	17	10.5729412	11
Cielorraso Losa Llena Séptimo Nivel	m2	23.84	17	1.40235294	2
Cielorraso Losa Aligerada Octavo Nivel	m2	179.74	17	10.5729412	11
Cielorraso Losa Llena Octavo Nivel	m2	23.84	17	1.40235294	2

**Tabla 54***Duración del Proceso Constructivo del Vaciado de Falso Piso*

<b>Vaciado de Falso Piso</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Vaciado de Falso Piso sótano	m2	173.02	20	8.651	9
Vaciado de Falso Piso sótano	m2	23.84	20	1.192	2
Vaciado de Falso Piso semi sótano	m2	172.17	20	8.6085	9
Vaciado de Falso Piso Semi sótano	m2	23.84	20	1.192	2
Vaciado de Falso Piso Primer Nivel	m2	179.74	20	8.987	9
Vaciado de Falso Piso Primer Nivel	m2	23.84	20	1.192	2
Vaciado de Falso Piso Segundo Nivel	m2	179.74	20	8.987	9
Vaciado de Falso Piso Segundo Nivel	m2	23.84	20	1.192	2
Vaciado de Falso Piso Tercer Nivel	m2	179.74	20	8.987	9
Vaciado de Falso Piso Tercer Nivel	m2	23.84	20	1.192	2
Vaciado de Falso Piso Cuarto Nivel	m2	179.74	20	8.987	9
Vaciado de Falso Piso Cuarto Nivel	m2	23.84	20	1.192	2



Vaciado de Falso Piso	Und	Metrado	Rendimiento	Tiempo efectivo	Tiempo asumido
Vaciado de Falso Piso Quinto Nivel	m2	179.74	20	8.987	9
Vaciado de Falso Piso Quinto Nivel	m2	23.84	20	1.192	2
Vaciado de Falso Piso Sexto Nivel	m2	179.74	20	8.987	9
Vaciado de Falso Piso Sexto Nivel	m2	23.84	20	1.192	2
Vaciado de Falso Piso Séptimo Nivel	m2	179.74	20	8.987	9
Vaciado de Falso Piso Séptimo Nivel	m2	23.84	20	1.192	2
Vaciado de Falso Piso Octavo Nivel	m2	179.74	20	8.987	9
Vaciado de Falso Piso Octavo Nivel	m2	23.84	20	1.192	2

**Tabla 55***Rendimiento de Mano de Obra en Armado de Acero 1/2"*

Descripción	Orden de Medición	Tiempo horas	CUADRILLA			Longitud Total	Kg/ml	D = 1/2" 1.02
			Op.	Of	Pe			
Armado de Acero	1	8	2	1	1	443.2	1.02	452.064
	2	8	2	1	1	461.68	1.02	470.9136
	3	8	2	1	1	397.84	1.02	405.7968
	4	8	2	1	1	399.32	1.02	407.3064
	5	8	2	1	1	392.54	1.02	400.3908
	6	8	2	1	1	396.98	1.02	404.9196
	7	8	2	1	1	327.15	1.02	333.693
	8	8	2	1	1	354.24	1.02	361.3248
	9	8	2	1	1	348.95	1.02	355.929
	10	8	2	1	1	358.18	1.02	365.3436

Nota. Tomado de (Rufasto Castillo, 2014, pág. 26)

Según la anterior tabla se deduce que el rendimiento promedio respecto al armado de acero estructural para un diámetro de ½" es de 395 Kg/día, esto corresponde a una investigación realizada en la ciudad de Cajamarca, es así que consideramos un rendimiento semejante en la ciudad del Cusco debido a que dichas regiones poseen similitud geográfica así como tecnológica, por lo que consideraremos dicho rendimiento para una varilla de ½" por ser la representativa en medida respecto a los diámetros comerciales vendidos en la ciudad del Cusco.

**Tabla 56***Duración del Proceso Constructivo del Armado de Acero en Columnas*

<b>Armado Acero en Columnas</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo Efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Armado en Sótano	Kg	1089.5885	395.766816	2.753107297	3
Armado en Semi - Sótano	Kg	1089.5885	395.766816	2.753107297	3
Armado en Primer Nivel	Kg	1089.5885	395.766816	2.753107297	3
Armado en Segundo Nivel	Kg	1089.5885	395.766816	2.753107297	3
Armado en Tercer Nivel	Kg	1089.5885	395.766816	2.753107297	3
Armado en Cuarto Nivel	Kg	1089.5885	395.766816	2.753107297	3
Armado en Quinto Nivel	Kg	1089.5885	395.766816	2.753107297	3
Armado en Sexto Nivel	Kg	1089.5885	395.766816	2.753107297	3
Armado en Séptimo Nivel	Kg	1089.5885	395.766816	2.753107297	3
Armado en Octavo Nivel	Kg	1089.5885	395.766816	2.753107297	3
Armado en Noveno Nivel	Kg	1089.5885	395.766816	2.753107297	3

**Tabla 57***Duración del Proceso Constructivo del Armado de Acero en Placas*

<b>Armado Acero en Placas</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Armado en Sótano	Kg	1504.02192	395.766816	3.80027293	4
Armado en Semi - Sótano	Kg	1504.02192	395.766816	3.80027293	4
Armado en Primer Nivel	Kg	1504.02192	395.766816	3.80027293	4
Armado en Segundo Nivel	Kg	1504.02192	395.766816	3.80027293	4
Armado en Tercer Nivel	Kg	1504.02192	395.766816	3.8002729	4
Armado en Cuarto Nivel	Kg	1504.02192	395.766816	3.80027293	4
Armado en Quinto Nivel	Kg	1504.02192	395.766816	3.80027293	4
Armado en Sexto Nivel	Kg	1504.02192	395.766816	3.80027293	4
Armado en Séptimo Nivel	Kg	1504.02192	395.766816	3.80027293	4
Armado en Octavo Nivel	Kg	1504.02192	395.766816	3.80027293	4
Armado en Noveno Nivel	Kg	1504.02192	395.766816	3.80027293	4

**Tabla 58***Duración del Proceso Constructivo del Armado de Acero en Vigas*

<b>Armado Acero en Vigas</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo efectivo</b>	<b>Tiempo asumido</b>
Armado en Sótano	Kg	2341.58236	395.766816	5.916570741	6
Armado en Semi - Sótano	Kg	2341.58236	395.766816	5.916570741	6
Armado en Primer Nivel	Kg	2341.58236	395.766816	5.916570741	6
Armado en Segundo Nivel	Kg	2341.58236	395.766816	5.916570741	6
Armado en Tercer Nivel	Kg	2341.58236	395.766816	5.916570741	6
Armado en Cuarto Nivel	Kg	2341.58236	395.766816	5.916570741	6
Armado en Quinto Nivel	Kg	2341.58236	395.766816	5.916570741	6
Armado en Sexto Nivel	Kg	2341.58236	395.766816	5.916570741	6
Armado en Séptimo Nivel	Kg	2341.58236	395.766816	5.916570741	6
Armado en Octavo Nivel	Kg	2341.58236	395.766816	5.916570741	6
Armado en Noveno Nivel	Kg	2341.58236	395.766816	5.916570741	6



**Tabla 59***Duración del Proceso Constructivo del Armado de Acero en Losa Aligerada.*

<b>Armado Acero en Losa Aligerada</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo Efectivo</b>	<b>Tiempo Asumido</b>
Armado en Techo Sótano	Kg	1432.15245	395.766816	3.618677437	4
Armado en Techo Semi - Sótano	Kg	1432.15245	395.766816	3.618677437	4
Armado en Techo Primer Nivel	Kg	1432.15245	395.766816	3.618677437	4
Armado en Techo Segundo Nivel	Kg	1432.15245	395.766816	3.618677437	4
Armado en Techo Tercer Nivel	Kg	1432.15245	395.766816	3.618677437	4
Armado en Techo Cuarto Nivel	Kg	1432.15245	395.766816	3.618677437	4
Armado en Techo Quinto Nivel	Kg	1432.15245	395.766816	3.618677437	4
Armado en Techo Sexto Nivel	Kg	1432.15245	395.766816	3.618677437	4
Armado en Techo Séptimo Nivel	Kg	1432.15245	395.766816	3.618677437	4
Armado en Techo Octavo Nivel	Kg	1432.15245	395.766816	3.618677437	4
Armado en Techo Noveno Nivel	Kg	1432.15245	395.766816	3.618677437	4

**Tabla 60***Duración del Proceso Constructivo del Armado de Acero en Losa Llena*

<b>Armado Acero en Losa Llena</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Tiempo Efectivo</b>	<b>Tiempo Asumido</b>
Armado en Techo Sótano	Kg	542.1811	395.766816	1.3699527	2
Armado en Techo Semi - Sótano	Kg	542.1818	395.766816	1.3699527	2
Armado en Techo Primer Nivel	Kg	542.1818	395.766816	1.3699527	2
Armado en Techo Segundo Nivel	Kg	542.1818	395.766816	1.3699527	2
Armado en Techo Tercer Nivel	Kg	542.1818	395.766816	1.3699527	2
Armado en Techo Cuarto Nivel	Kg	542.1818	395.766816	1.3699527	2
Armado en Techo Quinto Nivel	Kg	542.1818	395.766816	1.3699527	2
Armado en Techo Sexto Nivel	Kg	542.1818	395.766816	1.3699527	2
Armado en Techo Séptimo Nivel	Kg	542.1818	395.766816	1.3699527	2
Armado en Techo Octavo Nivel	Kg	542.1818	395.766816	1.3699527	2
Armado en Techo Noveno Nivel	Kg	542.1818	395.766816	1.3699527	2



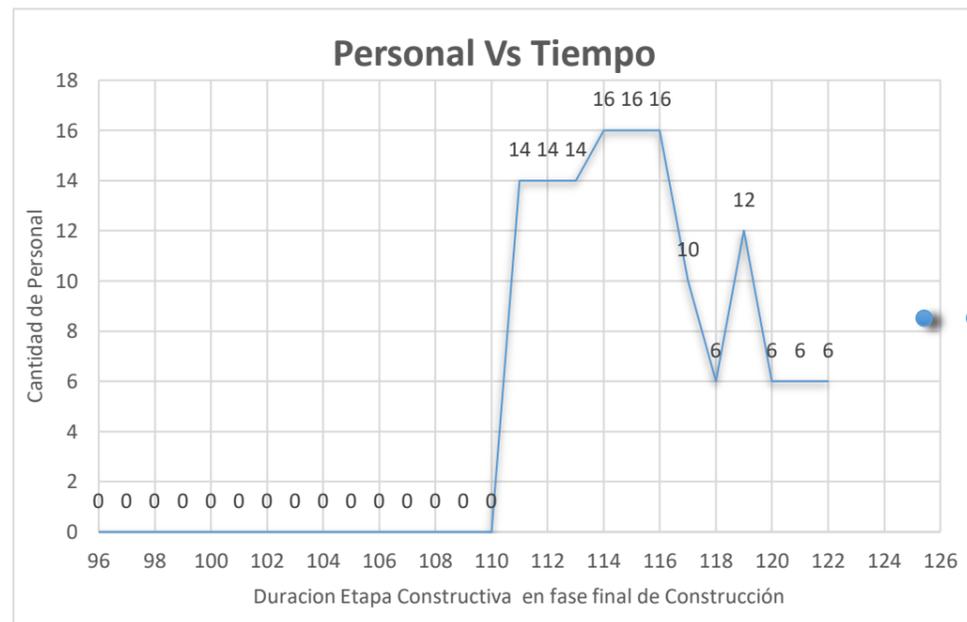






**Tabla 64**  
Programación- Etapa Final

Nivel Sótano			Cuadrilla			T (dias)			Duración de la Etapa de Construcción del 1er Nivel - 8vo Nivel																															
Grupo	N° Orden	Descripción	Op.	Of.	Pn.	Sótano	Semi-Sótano	1er - 8vo	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122					
Grupo E.1	1	Armado de Acero en Columnas	2	1	1	3	3	3																																
	2	Encofrado de Columnas	3		3	4	4	4																																
	3	Vaciado de Columnas	1		3	2	2	2																																
	4	Desencofrado de Columnas		1	1	3	3	3																																
Grupo E.1'	5	Armado de Acero en Placas	2	1	1	4	4	4																																
	6	Encofrado de Placas	2	2	2	5	5	5																																
	7	Vaciado de placas	1	1	2	2	3	3																																
Grupo E.2	8	Desencofrado de Placas		1		3	3	3																																
	9	Asentado de Muro	6		3	3	4	5																																
Grupo E.3	10	Encofrado de Viga y Losa	4	4	4	15	15	15																																
	11	Armado de Acero en Viga y Losa	6		3	4	4	4																																
	12	Vaciado de Viga y Losa	4	4	16	1	1	1																																
	13	Desencofrado de Losa y Viga		4	8	1	1	1																			6	6	6											
Grupo E.4	14	Vaciado de Falso Piso	3		3	3	3	3																																
Grupo E.5	15	Tarrajeo de Columnas		4		3	3	3																4	4	4														
		Tarrajeo de Placas		4		4	4	4																4	4	4	4													
		Tarrajeo de Vigas		3	3	4	4	4																				6	6	6	6	6								
		Tarrajeo Interiores	4		2	3	4	4	5															6	6	6	6													
		Estucado Cielorraso	3		1	4	4	4	4																			4	4	4										
		Colocado de Piso Loseta Veneciana	4		2	4	4	4	4																						6	6	6	6						
Orden Diario de Avance de Obra:									96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122					
Cantidad de Personal Obrero Presente en Cada Dia de la Etapa Constructiva:									0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	14	16	16	16	10	6	12	6	6	6





**Tabla 65**  
*Identificación de Etapas Constructivas*

Identificación de Etapa Constructiva		Nro. de Días	Nro. de Días
Descripción de Etapa Constructiva	Nivel	Parcial	Acumulado
Primera Etapa Constructiva	Sótano	31	31
Segunda Etapa Constructiva	Semi - Sótano	32	63
Tercera Etapa Constructiva	1er Nivel	32	95
Cuarta Etapa Constructiva	Segundo Nivel	32	127
Quinta Etapa Constructiva	Tercer Nivel	32	159
Sexta Etapa Constructiva	Cuarto Nivel	32	191
Séptima Etapa Constructiva	Quinto Nivel	32	223
Octava Etapa Constructiva	Sexto Nivel	32	255
Novena Etapa Constructiva	Séptimo Nivel	32	287
Décima Etapa Constructiva	Octavo Nivel	32	319
Décimo Primera Etapa Constructiva	Actividades Finales	32	<b>351</b>
<b>Duración Total de la Construcción</b>		<b>351</b>	

### 3.2. Muestreo de Edificaciones

#### 3.2.1. Objetivo

Encontrar la edificación representativa entre 9 a más pisos en la ciudad del Cusco, el que posteriormente será objeto de estudio mediante modelamientos y análisis con el software ya mencionados, cabe recalcar que se realizarán el análisis convencional y etapas de construcción de dicha edificación representativa considerando los resultados obtenidos de las encuestas realizadas sobre procesos constructivos.

Para que esta edificación sea representativa, se procedió con el análisis estadístico de las características más visibles y cuantificables de dichas edificaciones, recolectadas mediante el formato de muestreo que más adelante se indica.

#### 3.2.2. Procedimiento

##### 3.2.2.1. Definición de las Variables a Analizar Estadísticamente

###### 3.2.2.1.1. Altura De La Edificación

El objetivo del estudio de la variable estadística que se realizó mediante el conteo de la cantidad de pisos visibles que está asociada al NÚMERO DE PISOS en el



formato del muestreo, lo que nos permitió determinar la cantidad de pisos representativos mayores o iguales a 9 que son los edificios más altos de nuestra ciudad.

#### **3.2.2.1.2. Área De La Edificación**

Como parte de la caracterización de la edificación representativa es necesario conocer el área sobre el cual se procederá con el modelamiento, siendo una característica muy importante debido a factores como rigidez y esbeltez de la edificación, el procedimiento de recolección es mediante la medición directa (utilizando cinta métrica) y/o aproximada (cálculo visual donde no era posible realizarse la medición directa como, por ejemplo: edificaciones intermedias e interiores),

#### **3.2.2.1.3. Uso De La Edificación**

Lo cual nos servirá para definir la categoría de la edificación que está asociada a los factores de USO. Según el recorrido e identificación primaria de los edificios que se realizó se pudo definir que los usos que se les da son los siguientes: Vivienda, oficinas y/o negocios, clínicas, así como también en algunos casos los primeros niveles son utilizados para negocios y/o oficinas, y los demás como vivienda.

#### **3.2.2.1.4. Ubicación Con Respecto A La Manzana**

Característica importante para poder observar la presencia de los volados que tiene la estructura.

Se adoptan 03 posibles respuestas: Esquina (tiene la capacidad de tener 2 volados), Intermedia (puede tener volados en la parte frontal), interior (no tiene salida hacia las zonas de acceso directamente), otros.



### **3.2.2.1.5. Sistema Estructural**

Consistente en identificar el material más empleado en la construcción de nuestras edificaciones más altas, pudiendo ser según la norma técnica peruana NTP E030: Concreto armado, acero, madera y otros.

### **3.2.2.1.6. Regularidad Del Área En Planta**

Consistente en identificar la característica del área construida de la edificación, característica que podría repercutir en el posterior comportamiento estructural de la edificación.

### **3.2.2.1.7. Volado**

Consistente en determinar en cuantos lados de la edificación es más usual la presencia de los volados.

### **3.2.2.1.8. Azotea**

Consistente en determinar cuan frecuente es la construcción de azoteas en las edificaciones más altas de la ciudad del Cusco.

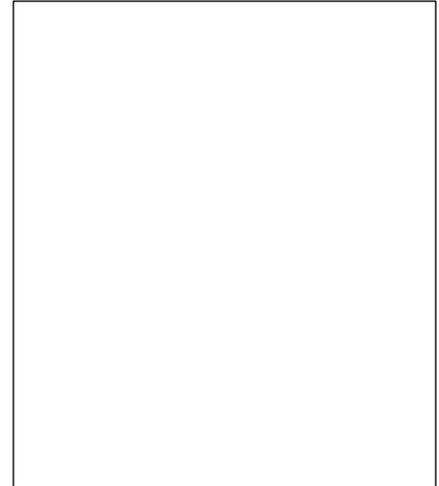
### **3.2.2.2. Definición del Formato Final para Muestreo de Edificaciones**

El formato del muestreo final aprobado presenta dos partes principales: Identificación (ítems del 1, 2, 3 y 12) y caracterización de cualidades a estudiarse (del ítem 3 al 11) como se muestra a continuación:



**FORMATO N° ..... PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

- 1. DIRECCION:
- 2. COORDENADAS UTM:
- 3. NOMBRE:
- 4. NUMERO DE PISOS:
- 5. AREA APROXIMADA:
- 6. USO DE LA EDIFICACION:
- 7. UBICACIÓN CON RESPECTO A LA MANZANA:  
 Esquina    Intermedio    Interior    Otro:  
.....
- 8. SISTEMA ESTRUCTURAL:
- 9. REGULARIDAD EN PLANTA:  Si    No
- 10. VOLADO:  Si    No   Longitud aprox.:
- 11. AZOTEA:  Si    No
- 12. REGISTRO FOTOGRAFICO:



**3.2.2.3. Delimitación del Área de Estudio**

Se asumió el estudio el distrito de Wanchaq de la provincia y departamento del Cusco, por los siguientes motivos:

Objetos de estudio suficientes: Con la identificación primaria de las edificaciones en el distrito de Wanchaq se logró identificar una cantidad considerable de objetos de estudio (31 edificaciones).

Tiempo: Estudiar toda la ciudad del Cusco sería lo ideal, mas no práctico, requeriría mucho más tiempo, y precisamente este factor es muy importante en la presente tesis, ya que al necesitar del software Midas Gen, se ha pedido una licencia temporal el cual nos fue aprobado por un periodo de 06 meses, lo cual nos limita a ajustar el tiempo, considerando que este no es el único medio de recolección de datos, sino también la entrevista que nos permitió recolectar datos sobre procesos constructivos.

Economía: A mayor área de muestreo se requiere mayor presupuesto.



Se adjunta el plano catastral del distrito de Wanchaq, en donde se delimita el área de estudio. Anexos

#### **3.2.2.4. Identificación Primaria de Edificaciones**

Para lo cual se realizó un recorrido primario a lo largo y ancho del distrito de Wanchaq, identificando la ubicación, edificios más altos y número de edificaciones a estudiarse, lo cual posteriormente nos serviría para para una mejor organización al momento del muestreo en sí.

#### **3.2.2.5. Simulacro de Muestreo**

Etapa muy importante consistente en realizar el muestreo de 5 edificaciones, lo que sirvió para identificar posibles errores en el muestreo, tales como: Portar cinta métrica para las mediciones directas, que tendría que realizarse entre ambos tesisistas, en las mediciones indirectas que se realizaría mediante calculo visual se tendría que tener un mismo criterio, por ende, se tuvo que descartar dividirse el muestreo que favorecería en la reducción del tiempo de muestreo.

#### **3.2.2.6. Muestreo**

Se procedió a realizar el muestreo por parte de los tesisistas con el llenado de los formatos aprobados, considerando las experiencias previas del simulacro de muestreo, para una obtención de datos lo más confiable posible.

#### **3.2.2.7. Análisis e Interpretación de Resultados**

Terminado el muestreo, se procedió a cargar los datos obtenidos al software estadístico SPSS 25, con lo que se pudo obtener los resultados para su posterior análisis e interpretación.



### 3.2.3. Resultados del Análisis Estadístico Mediante el Software SPSS 25

#### 3.2.3.1. Número de Pisos

**Tabla 66**

*Estadísticos-Número de pisos*

ESTADÍSTICOS		
Número de pisos		
N	Válido	31
	Perdidos	0
Media		9,58
Mediana		9,00
Moda		9
Desv. Desviación		,886
Rango		3
Mínimo		9
Máximo		12

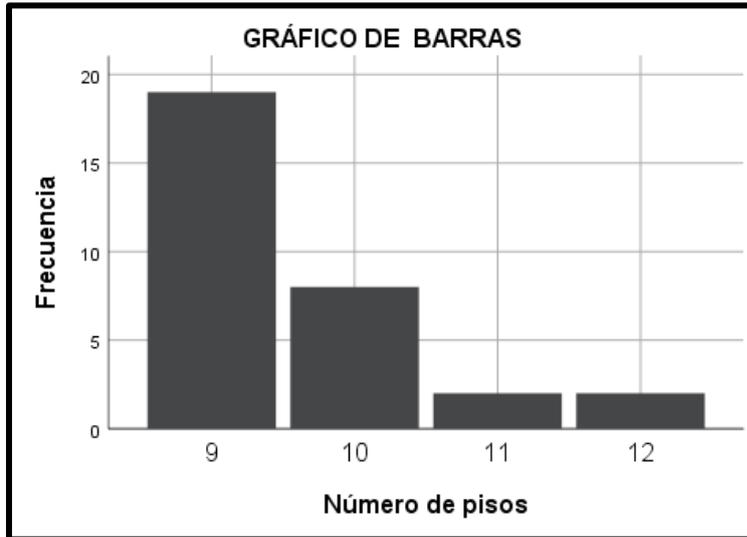
**Tabla 67**

*Frecuencia y porcentajes-Número de pisos*

NÚMERO DE PISOS				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	9	19	61,3	61,3
	10	8	25,8	87,1
	11	2	6,5	93,5
	12	2	6,5	100,0
	Total	31	100,0	100,0



**Figura 4**  
*Gráfico de Barras-Número de Pisos*



### 3.2.3.2. Área Aproximada

**Tabla 68**  
*Estadísticos-Área Aproximada*

Estadísticos		
ÁREA APROXIMADA		
N	Válido	31
	Perdidos	0
Media		206,161
Mediana		180,000
Moda		120,0
Desv. Desviación		121,6969
Rango		610,0
Mínimo		90,0
Máximo		700,0

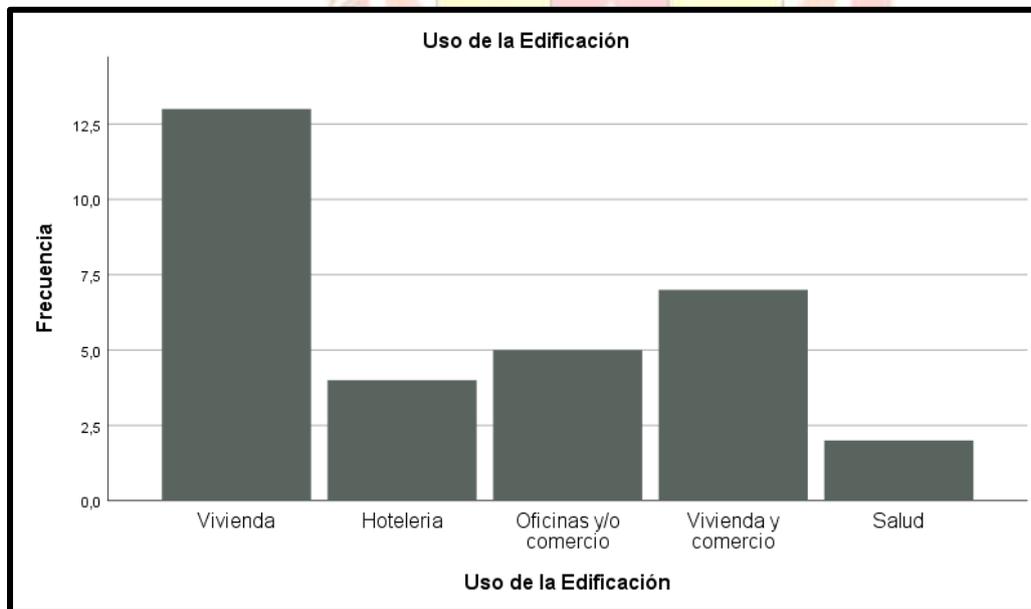
### 3.2.3.3. Uso de la Edificación



**Tabla 69**  
*Estadísticos-Usos de la Edificación*

<i>Estadísticos</i>						
<b>USO DE LA EDIFICACIÓN</b>						
N	Válido	31				
	Perdidos	0				
Moda		1,00				
			Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Vivienda	13	41,9	41,9	41,9	
	Hotelería	4	12,9	12,9	54,8	
	Oficinas y/o comercio	5	16,1	16,1	71,0	
	Vivienda y comercio	7	22,6	22,6	93,5	
	Salud	2	6,5	6,5	100,0	
	Total	31	100,0	100,0		

**Figura 5**  
*Gráfico de Barras- Usos de la Edificación*

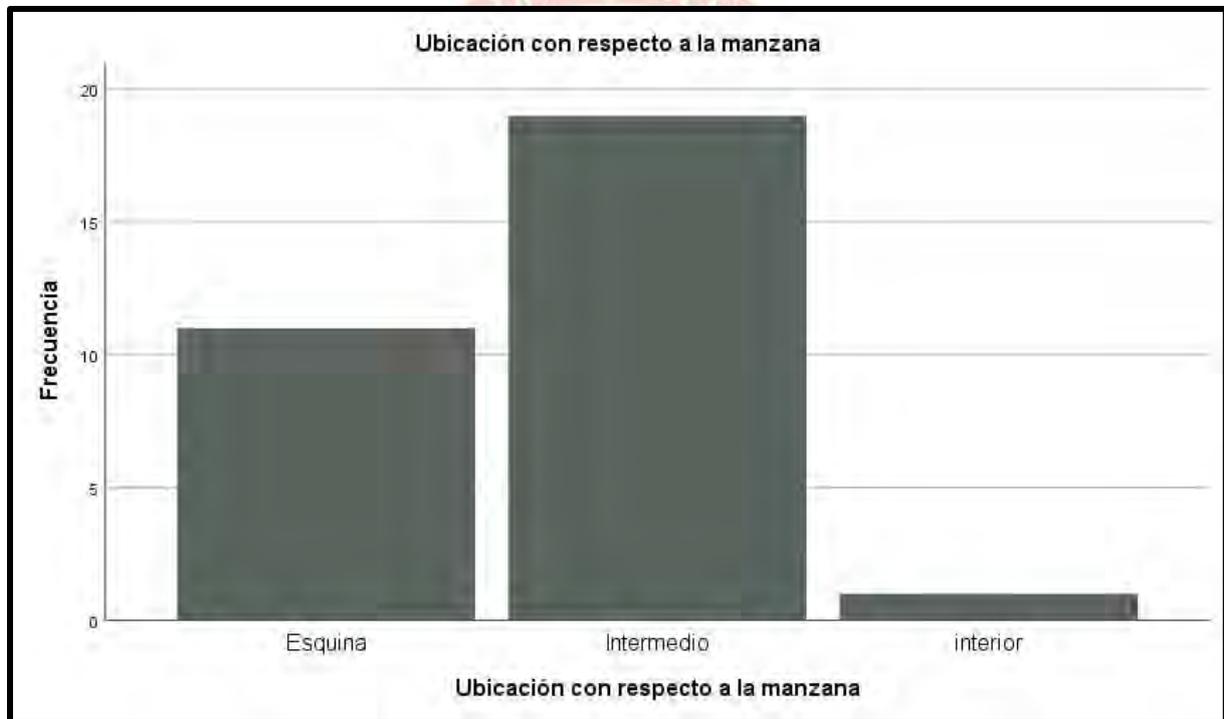


**3.2.3.4. Ubicación de la Edificación con Respecto a la Manzana**

**Tabla 70**  
*Estadísticos-Ubicación con Respecto a la Manzana*

<i>Estadísticos</i>		
<b>UBICACIÓN CON RESPECTO A LA MANZANA</b>		
N	Válido	31
	Perdidos	0
Moda		2,00

**Figura 6**  
*Gráfico de Barras- Ubicación con Respecto a la Manzana*



**3.2.3.5. Sistema Estructural**

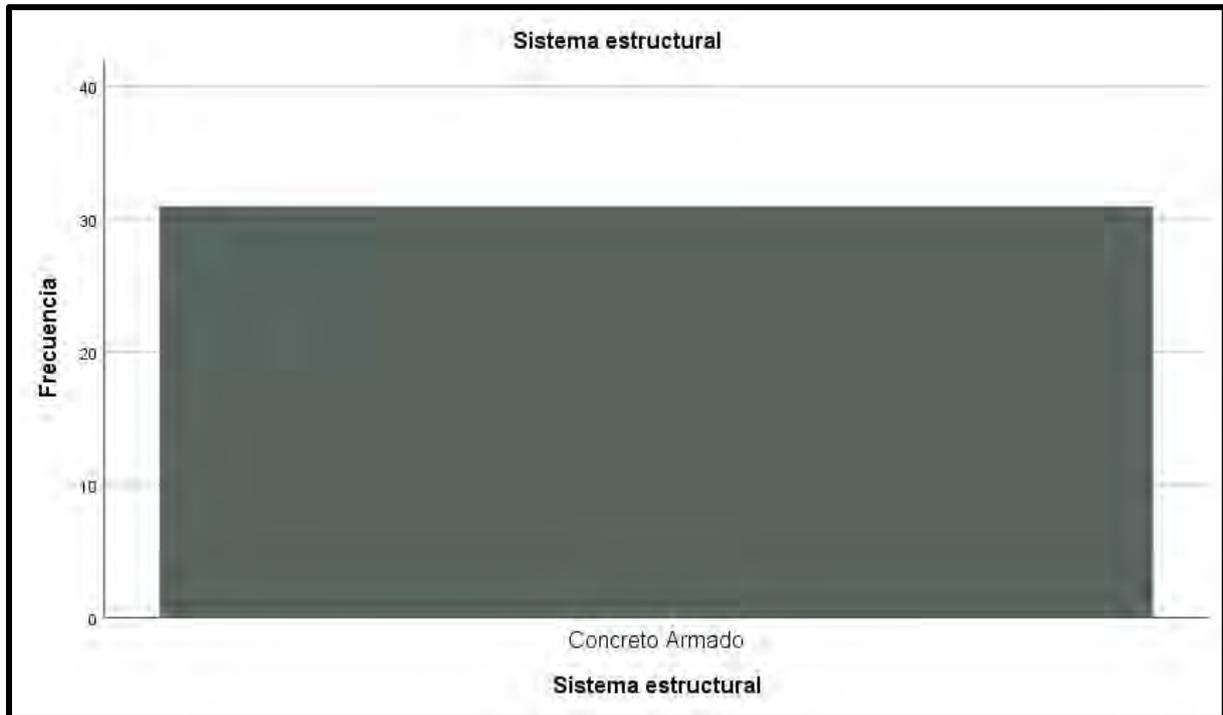
**Tabla 71**  
*Estadísticos-Sistema Estructural*

<i>Estadísticos</i>		
<b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>		
N	Válido	31
	Perdidos	0
Moda		1,00

**Tabla 72**  
*Frecuencias y Porcentajes-Sistema Estructural*

<i>Sistema estructural</i>		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Concreto Armado	31	100,0	100,0	100,0

**Figura 7**  
*Sistema Estructural*



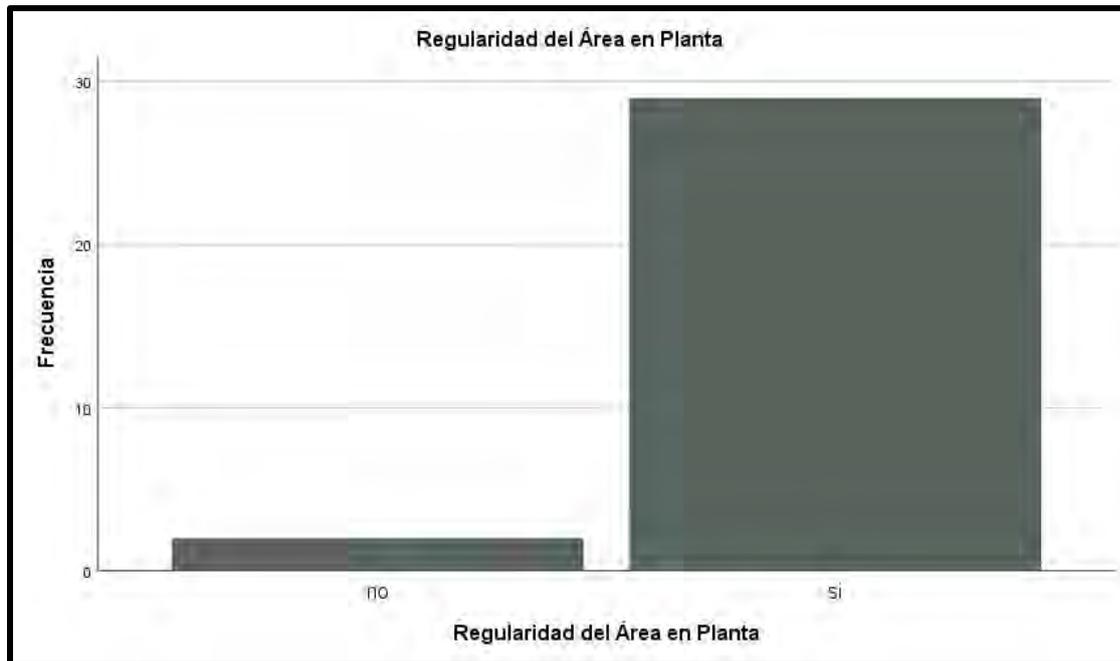
**3.2.3.6. Regularidad del Área en Planta**

**Tabla 73**  
*Estadísticos-Regularidad del Área en Planta*

<i>Estadísticos</i>		
<b>Regularidad del Área en Planta</b>		
N	Válido	31
	Perdidos	0
Moda		2



**Figura 8**  
*Gráfico de Barras-Regularidad del Área en Planta*

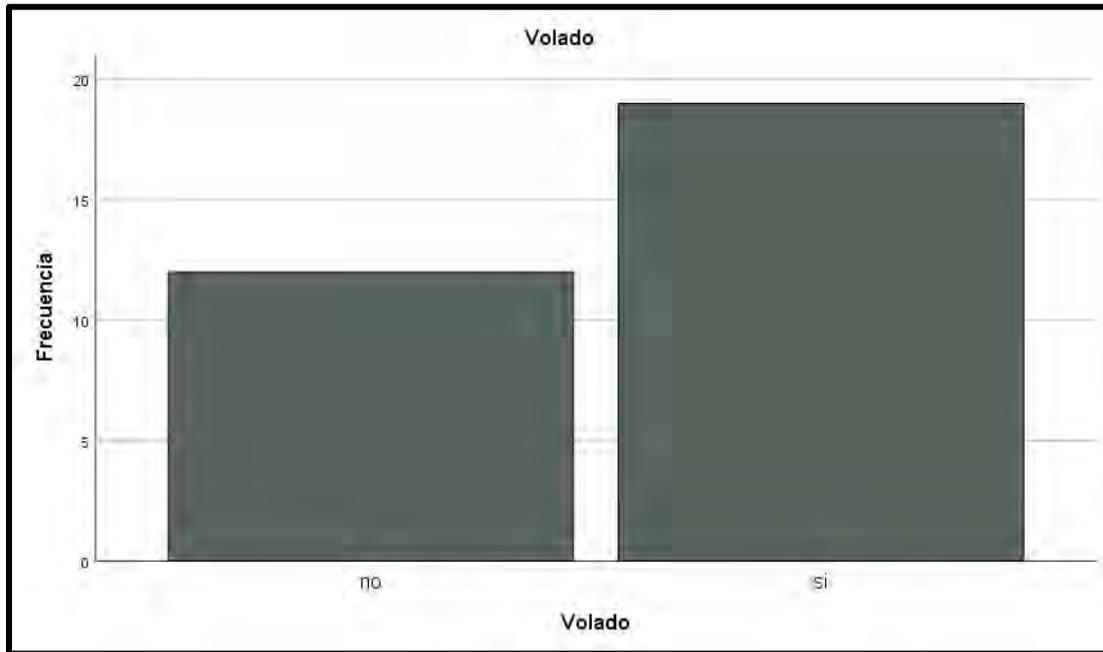


### 3.2.3.7. Volados

**Tabla 74**  
*Estadísticos-Volados*

<i>Estadísticos</i>					
<b>Volado</b>					
N	Válido	31			
	Perdidos	0			
Moda		2			
		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje válido</b>	<b>Porcentaje acumulado</b>
Válido	no	12	38,7	38,7	38,7
	si	19	61,3	61,3	100,0
	Total	31	100,0	100,0	

**Figura 9**  
*Gráfico de Barras-Volado*

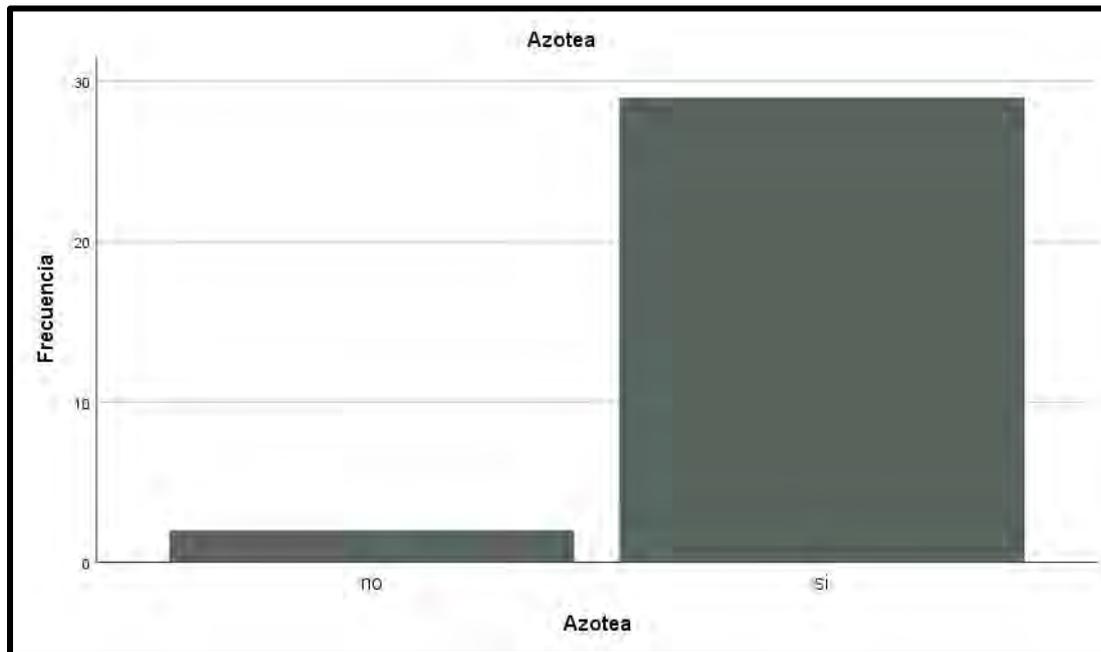


**3.2.3.8. Azotea**

**Tabla 75**  
*Estadísticos-Azotea*

<i>Estadísticos</i>					
<i>Azotea</i>					
N	Válido	31			
	Perdidos	0			
Moda		2			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	no	2	6,5	6,5	6,5
	si	29	93,5	93,5	100,0
	Total	31	100,0	100,0	

**Figura 10**  
*Gráfico de Barras-Azotea*



### 3.2.4. Resultados de las Características Representativas de las Edificaciones

Para las variables estadísticas cuantitativas (número de pisos y área aproximada) se adoptó la media aritmética como característica representativa, mientras que para las cualitativas (uso de la edificación, ubicación de la edificación c/r a la manzana, sistema estructural, regularidad del área en planta, volado y azotea) se adoptó como característica representativa la moda.

En la siguiente tabla se aprecian las características representativas de las edificaciones.

**Tabla 76**  
*Resumen Variables Estadísticas*

<b>VARIBLES ESTADÍSTICAS</b>	<b>RESULTADO</b>
Número de pisos	9.58 pisos (10 pisos)
Área aproximada	206 m <sup>2</sup>
Uso de la edificación	Vivienda
Ubicación de la edificación c/r a la manzana	Intermedio
Sistema estructural	Concreto Armado
Regularidad del área en planta	Si (Rectangular)
Volado	Si
Azotea	Si



Por lo tanto: La edificación representativa es de 10 pisos, consta de un área aproximada regular (rectangular) de 206 m<sup>2</sup>, con sistema estructural de concreto armado, con azotea y volados, destinando su uso a vivienda.



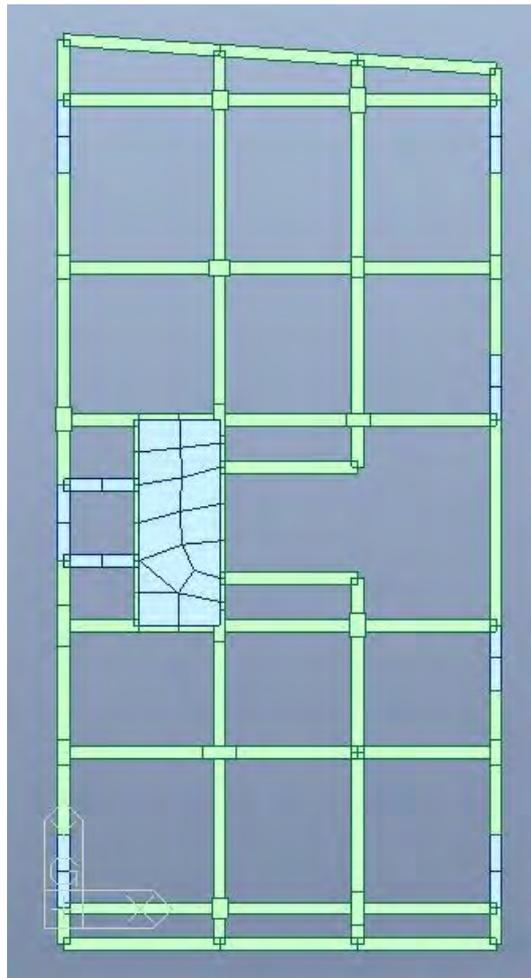
## CAPÍTULO IV

### 4. ANALISIS ESTÁTICO/DINAMICO LINEAL DE EDIFICACION REPRESENTATIVA.

#### 4.1. Arquitectura y Distribución del Proyecto en Estudio

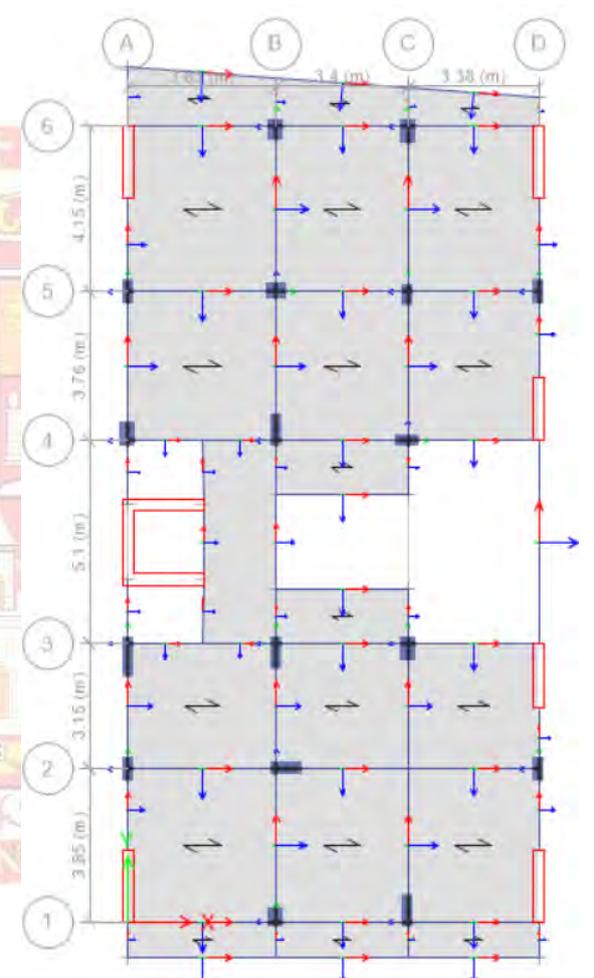
**Figura 11**

*Distribución en Planta-Midas Gen*



**Figura 12**

*Distribución en Planta- Etabs*



#### 4.2. Normas Empleadas

Norma Técnica Peruana E.020: Cargas

Norma Técnica Peruana E.030: Diseño Sismo resistente.

American Concrete Institute ACI 318- 14: Concreto Armado



### 4.3. Especificaciones Técnicas de Materiales Empleados

Resistencia a Compresión del Concreto:  $F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

Módulo de Elasticidad del Concreto:  $E_c = 15000\sqrt{F'_c}$

Resistencia Última de Acero G-60:  $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ .

Módulo de Elasticidad del Acero:  $E_a = 2000000 \text{ Kg/cm}^2$

### 4.4. Características del Terreno

El terreno correspondiente a la edificación representativa es de geometría rectangular, posee 10.6 ml de colindancia con la Av. Alejandro Velasco Astete, transversalmente de 20.0 ml, haciendo un área total de 212 m<sup>2</sup> aproximadamente.

### 4.5. Consideraciones Técnicas RNE

#### 4.5.1. Zonificación

Departamento:	Cusco
Provincia:	Cusco
Distrito:	Wanchaq
Factor Zona:	2; $Z=0.25g$

#### 4.5.2. Parámetros de sitio

Perfil del Suelo Tipo: S2

#### 4.5.3. Categoría del Edificio

Tipo de edificación: Vivienda-Edificaciones Comunes (Categoría C)

Factor de Uso  $U=1.0$

#### 4.5.4. Periodo Fundamental de Vibración RNE E.030

##### 4.5.4.1. Método Aproximado.

$$T = 0.1N$$

Donde:

T= Periodo Fundamental de la Estructura.

N= Numero de Niveles de la Estructura (10=9 pisos + 1 semi sótano)

$T = 0.1 (10) = 1 \text{ s.}$



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

Donde:

$h_n$  = Altura total de la edificación.

$C_t$  = Factor dependiente del sistema resistente lateral.

**Tabla 77**  
*Coeficiente  $C_t$*

<b>Sistema Resistente Lateral</b>	<b><math>C_t</math></b>
Aporticado	35
Dual y arriostres	45
Muros Estructurales	60

Nota. Tomado de (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

**Tabla 78**  
*Coeficientes para el Cálculo de Periodo Fundamental de Vibración- eje X*

<b>Sistema Estructural - Dirección X</b>	
$h_n$ :	29.2 m
$C_{tx}$ :	45
$T_x$ :	0.648

Nota. Tomado de (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

**Tabla 79**  
*Coeficientes para el Cálculo de Periodo Fundamental de Vibración-Eje Y*

<b>SISTEMA ESTRUCTURAL - DIRECCION Y</b>	
$h_n$ :	29.4 m
$C_{tx}$ :	60
$T_x$ :	0.4887

Nota. Tomado de (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

#### 4.5.4.2. Método Alternativo

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i * d_i^2}{g * \sum_{i=1}^n f_i * d_i^2}}$$

Donde:

$P_i$  = Peso del Nivel  $i$ .

$d_i$  = Desplazamiento del Nivel  $i$ .

$f_i$  = Fuerza aplicada en el Nivel  $i$ .



$g$ = Aceleración de la gravedad.

$n$ = Número de Niveles.

#### 4.6. Medrado de Cargas

##### 4.6.1. Sobre Carga Permanente

##### 4.6.2. Sobre Carga Permanente en aligerados

Con ladrillos huecos de arcilla cocida:  $PU=1350\text{kg/m}^3$

$$P_{\text{Aligerado}} = P \cdot U_{\text{material}} * 0.5 * 0.15 = 101.25 \text{ kgf/m}^2$$

Con bloques de plastroformo:  $PU= 8 \text{ kgf/m}^2$

$$P_{\text{Aligerado}} = P \cdot U_{\text{material}} * 0.5 * 0.15 = 0.6 \text{ kgf/m}^2$$

##### 4.6.3. Sobre Carga Permanente en Muros

##### 4.6.3.1. Peso tabiquería

**Tabla 80**

*Peso del Tabique-Carga Equivalente*

Peso del tabique (kg/m)	Carga equivalente(kg/m <sup>2</sup> ) a ser añadida a la carga
150 a 249	90
250 a 399	150
400 a 549	210
550 a 699	270
700 a 849	330
74 o menos	30
75 a 149	60

Nota. Tomado de (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016)



$$P_{\text{especifico-albañilería}} = 1800 \text{ kg/m}^3$$

Altura: 2.50 m,

Ancho: 1.00 m

Espesor: 0.15 m

$$P_{\text{longitudinal-albañilería}} = 1350 \text{ kg/m}^3 \times 0.15 \text{ m} \times 2.50 \text{ m} = 506.25 \text{ kg/m}$$

Por lo tanto, el valor correspondiente: 210 kg/m<sup>2</sup> (incluye el peso del sobre piso)

#### 4.6.3.2. *Peso de Revestimiento de Paredes*

$$Area_{\text{MuroSotano}} = 218.823 \text{ m}^2$$

$$Area_{\text{Losa}} = 201.63 \text{ m}^2$$

$$P_{\text{Material}} = 1000 \text{ kgf/m}^3$$

$$P_{\text{Estucado Nivel 2 a más}} = \frac{1000 * 0.015 * 218.823}{A_{\text{Losa}}} = 16.279 \text{ kgf/m}^2$$

#### 4.6.3.3. *Peso de cieloraso en cada nivel*

$$Area_{\text{MuroSotano}} = 218.823 \text{ m}^2$$

$$Area_{\text{Losa}} = 201.63 \text{ m}^2$$

$$P_{\text{Cieloraso Todos Niveles}} = \frac{P_{\text{Material}}(14) * 0.04 * A_{\text{Losa}}}{A_{\text{Losa}}} = 40 \text{ kgf/m}^2$$

#### 4.6.4. *Resumen de Cargas a Aplicarse en el Modelo*

##### 4.6.4.1. *Carga Muerta (Peso Propio de la Estructura)*

Según cálculo automático del programa.

##### 4.6.4.2. *Carga Viva (según Norma E-020)*

$$CV_{\text{Sotano}} = 350.00 \text{ kgf/m}^2$$

$$CV_{\text{SemiSotano}} = 200.00 \text{ kgf/m}^2$$

$$CV_{\text{1er Nivel}} = 200.00 \text{ kgf/m}^2$$



$$CV_{2do-9noNivel} = 200.00 \frac{kgf}{m^2}$$

#### 4.6.4.3. Sobrecarga Permanente

$$SCP_{pisos} = P_{PisoAcabado} + P_{EstucadoSotano} + P_{tabiqueria(4)} = 266.279 \frac{kgf}{m^2}$$

#### 4.6.4.4. Carga Viva de Techo

$$CVT_{Azotea} = 100 \frac{kgf}{m^2}$$



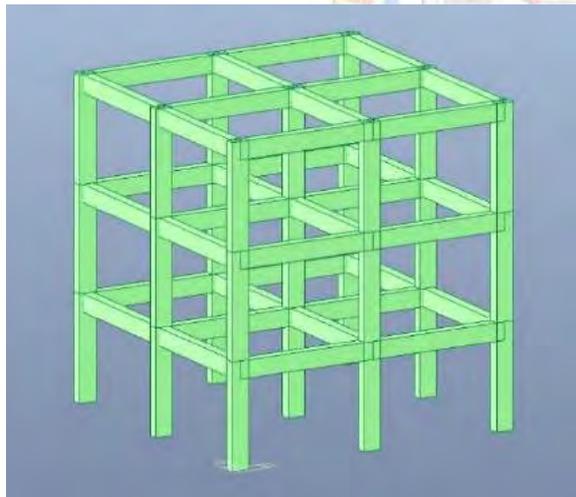
#### 4.7. Modelos de Calibración Midas Gen – Etabs.

Las herramientas de modelamiento Midas Gen – Etabs poseen ciertas diferencias respecto a la forma de ingreso de datos, así mismo se considera que es necesario poder cuantificar la diferencia respecto a cálculos fundamentales como lo es el metrado de cargas y el cálculo de modos de vibración de entre ambas herramientas para poder evidenciar consideraciones inherentes a ambos softwares.

Es así que se realizaron modelos de 3 niveles en concreto armado con columnas cuadradas, vigas rectangulares en un terreno cuadrado de 8m x8m, en dichos modelos se calculan los metrados de carga y se comparan con un metrado de carga manual, así mismo se realizara el análisis modal para evidenciar la existencia de discrepancias considerables o no.

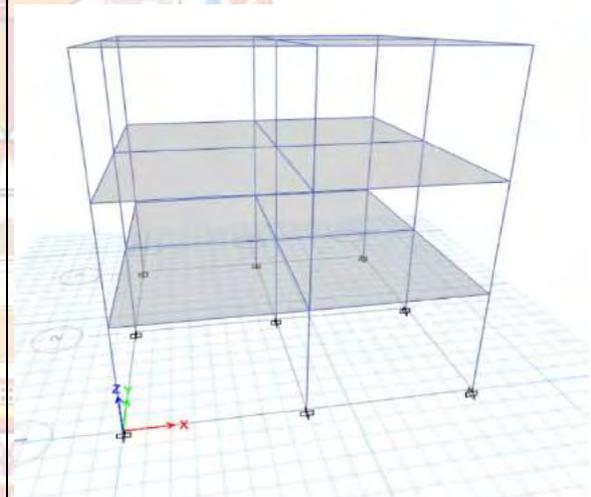
**Figura 13**

*Modelo de Calibración-Midas Gen*



**Figura 14**

*Modelo de Calibración-Etabs*



En los modelos se consideraron lo especificado en el Ítem 4.2 en cuanto a Normas Técnicas empleadas, así mismo se tienen las siguientes secciones usadas en los modelos:

- Viga: 0.3x0.5m
- Columna: 0.3x0.5m
- Área: 8x8

**Tabla 81***Cargas Aplicadas al Modelo de Calibración*

Caso de Carga	Nro. Veces	Dimensiones					Carga Aplicada	Carga Calculada	Carga Etabs	Carga Midas Gen	Error	Error %
		Largo	Ancho	Espesor	Área	volumen	Tonf.	Tonf.	Tonf.	Tonf.	Tonf.	%
Carga Viva	2	8	8		64		0.2	25.6	25.6	25.6	0	0.00%
Carga Viva en Techo	1	8	8		64		0.1	6.4	6.4	6.4	0	0.00%
Sobre Carga Permanente	3	8	8		64		0.265	50.88	50.88	50.88	0	0.00%
Peso Propio								121.896	121.896	127.08	5.184	4.25%
Losa	3	8	8	0.1		19.2	2.4	46.08		46.08		
Vigas	3	43.2	0.3	0.5		19.44	2.4	46.656				
Columnas	27	3	0.3	0.5		12.15	2.4	29.16				

**Tabla 82***Cálculo de Carga Duplicada en el Modelo Elaborado en Midas Gen*

Núcleo de Viga	Nro. Veces	Dimensiones				Carga Aplicada	Carga Calculada
		Largo	Ancho	Espesor	Volumen	Tonf.	Tonf.
Dirección X	18	0.5	0.5	0.3	1.35	2.4	3.24
Dirección Y	18	0.3	0.5	0.3	0.81	2.4	1.944
Cálculo de Carga Duplicada en el Modelo elaborado en Midas Gen:							5.184



#### 4.7.1. Consideraciones para el Modelado

##### 4.7.1.1. Consideraciones para el Modelado Etabs

- Losas : El metrado se realizó en paño completo por encima de la viga
- Vigas : El metrado de la viga se realiza entre caras de columna
- Columnas : El metrado se realiza desde la base de columna hasta la base de columna superior

##### 4.7.1.2. Consideraciones para el Modelado Midas Gen

- Losas : Se aplicó cargas distribuidas en una sola dirección en las vigas.
- Vigas : El metrado de la viga se realiza entre ejes
- Columnas : El metrado se realiza desde la base de columna hasta la base de columna superior

#### 4.7.2. Análisis Modal Espectral en los Modelos de Calibración.

En el presente análisis se espera una diferencia en el cálculo de periodos en ambas herramientas, esto es por la diferencia en el metrado de cargas que realiza cada software.

Es necesario precisar que en ambos modelos se considera una rigidez de uniones del 85%, esto para indicar que la intersección entre viga y columna no es una unión perfectamente rígida.

**Tabla 83**  
*Frecuencias y Periodos de Vibración Modelo de Calibración*

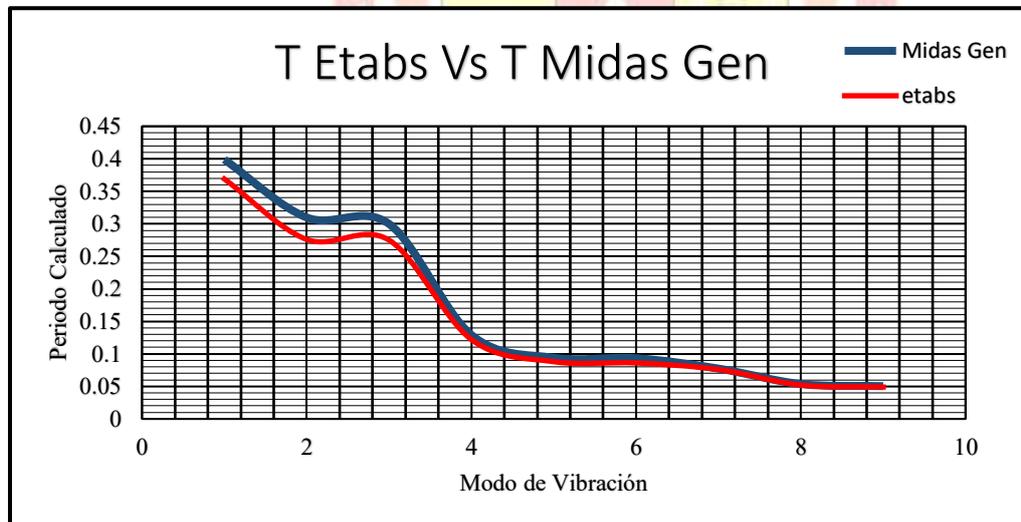
<b>Modo</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>UZ</b>	<b>RX</b>
<b>Modo No</b>	<b>Frecuencia</b> (rad/seg.)	<b>(cycle/seg.)</b>	<b>Periodo</b> (seg.)	<b>Tolerancia</b>
1	15.7529	2.5071	<b>0.3989</b>	0.00E+00
2	20.2803	3.2277	<b>0.3098</b>	0.00E+00
3	20.9537	3.3349	<b>0.2999</b>	0.00E+00
4	48.6819	7.748	<b>0.1291</b>	0.00E+00
5	66.8326	10.6367	<b>0.094</b>	0.00E+00
6	67.3229	10.7148	<b>0.0933</b>	0.00E+00
7	81.1397	12.9138	<b>0.0774</b>	0.00E+00
8	117.2845	18.6664	<b>0.0536</b>	0.00E+00
9	124.578	19.8272	<b>0.0504</b>	0.00E+00

**Tabla 84***Análisis Modal Modelo de Calibración*

TABLA: Análisis Modal		
Caso	Modo	Periodo (s)
Modal	1	0.369
Modal	2	0.276
Modal	3	0.275
Modal	4	0.122
Modal	5	0.088
Modal	6	0.086
Modal	7	0.076
Modal	8	0.052
Modal	9	0.049

Se aprecia una ligera diferencia en el cálculo de periodos de vibración de la estructura, esto debido a la diferencia en el cálculo de cargas de la estructura.

Por otra parte, el segundo modo de vibración es el que presenta mayor desviación en comparación a los 9 modos de vibración considerados.

**Figura 15***Comparación de Periodos en Etabs y Midas Gen*

**4.7.3. Cálculo de la Masa Participativa en los Modelos de Calibración.****Tabla 85***Porcentaje de Participación de Masas-Modelo de Calibración*

Modo No	TRAN-X		TRAN-Y		ROTN-Z	
	MASA (%)	SUMA (%)	MASA (%)	SUMA (%)	MASA (%)	SUMA (%)
1	0	0	<b>89.6084</b>	89.6084	0	0
2	<b>86.4862</b>	86.4862	0	89.6084	0	0
3	0	86.4862	0	89.6084	<b>88.0517</b>	88.0517
4	0	86.4862	8.808	98.4164	0	88.0517
5	0	86.4862	0	98.4164	9.778	97.8297
6	10.9496	97.4358	0	98.4164	0	97.8297
7	0	97.4358	1.5833	99.9997	0	97.8297
8	0	97.4358	0	99.9997	2.1702	100
9	2.5636	99.9993	0	99.9997	0	100

**Tabla 86***Rango de Masa Participativa en el Análisis Modal.*

Caso	Modo	Periodo(s)	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	0.369	0	<b>0.883</b>	0
Modal	2	0.276	<b>0.8624</b>	0.883	0
Modal	3	0.275	0.8624	0.883	<b>0.8731</b>
Modal	4	0.122	0.8624	0.9795	0.8731
Modal	5	0.088	0.8624	0.9795	0.9751
Modal	6	0.086	0.9727	0.9795	0.9751
Modal	7	0.076	0.9727	1	0.9751
Modal	8	0.052	0.9727	1	1
Modal	9	0.049	1	1	1

Se observa que en ambos modelos el primer modo de vibración corresponde a efectos traslaciones en dirección Y, el segundo modo de vibración corresponde a efectos de traslaciones en dirección X y finalmente el tercer modo de vibración indica efectos rotacionales a través de Z.

**4.8. Análisis Convencional- Etabs.****4.8.1. Análisis Estático****4.8.1.1. Periodo Fundamental de Vibración.**

**Tabla 87***Modos-Periodos de Vibración*

Case	Modo	Periodo (s)
Modal	1	0.813
Modal	2	0.607
Modal	3	0.517
Modal	4	0.243
Modal	5	0.186
Modal	6	0.152
Modal	7	0.123
Modal	8	0.099
Modal	9	0.077
Modal	10	0.075
Modal	11	0.062
Modal	12	0.051
Modal	13	0.048
Modal	14	0.043
Modal	15	0.037
Modal	16	0.033
Modal	17	0.032
Modal	18	0.029
Modal	19	0.025
Modal	20	0.025
Modal	21	0.024
Modal	22	0.021
Modal	23	0.02
Modal	24	0.02
Modal	25	0.02
Modal	26	0.018
Modal	27	0.018
Modal	28	0.016
Modal	29	0.016
Modal	30	0.014

Se consideraron 30 modos de vibración, el primer modo de vibración fundamental por ser crítico presenta un periodo de vibración de 0.896 s.

#### *4.8.1.2. Masa Participativa en el Análisis Modal*



**Tabla 88**  
*Porcentajes de Masa Participativa en el Análisis Modal*

Caso	Modo	Periodo (s)	SumUX	SumUY	SumRZ
Modal	1	<b>0.813</b>	71.6%	0.0%	0.0%
Modal	2	<b>0.607</b>	71.6%	10.2%	61.8%
Modal	3	<b>0.517</b>	71.6%	70.1%	72.3%
Modal	4	0.243	82.3%	70.1%	72.3%
Modal	5	0.186	82.3%	71.4%	81.0%
Modal	6	0.152	82.3%	81.7%	82.2%
Modal	7	0.123	86.5%	81.7%	82.2%
Modal	8	0.099	86.5%	82.1%	85.4%
Modal	9	0.077	86.5%	85.9%	85.9%
Modal	10	0.075	88.8%	85.9%	85.9%
Modal	11	0.062	88.9%	86.2%	87.6%
Modal	12	0.051	<b>90.4%</b>	86.2%	87.6%
Modal	13	0.048	90.4%	88.4%	87.8%
Modal	14	0.043	90.4%	88.6%	88.9%
Modal	15	0.037	91.5%	88.6%	88.9%
Modal	16	0.033	91.5%	<b>90.1%</b>	89.0%
Modal	17	0.032	91.5%	90.3%	89.7%
Modal	18	0.029	92.4%	90.3%	89.8%
Modal	19	0.025	92.5%	91.1%	<b>90.1%</b>
Modal	20	0.025	92.6%	91.8%	90.3%
Modal	21	0.024	93.2%	91.8%	90.5%
Modal	22	0.021	93.9%	91.8%	90.5%
Modal	23	0.02	93.9%	91.8%	91.1%
Modal	24	0.02	94.1%	92.2%	91.1%
Modal	25	0.02	94.2%	93.6%	91.1%
Modal	26	0.018	97.6%	93.6%	91.3%
Modal	27	0.018	100.0%	93.6%	91.6%
Modal	28	0.016	100.0%	95.8%	91.6%
Modal	29	0.016	100.0%	95.8%	91.9%
Modal	30	0.014	100.0%	98.1%	91.9%

Se verifica que en el primer modo de vibración tenemos un movimiento traslacional en dirección X, en el segundo modo de vibración tenemos un movimiento rotacional a través del eje Z, finalmente el tercer modo de vibración tenemos un movimiento traslacional en dirección Y.

#### **4.8.1.3. Verificación del Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas.**



**Tabla 89**  
*Cortante en las direcciones X e Y*

ELEM. ESTRUCTURAL	CORTANTE (X) Tnf	CORTANTE EN (Y) Tnf
Placa	99.852	199.012
Columna	51.054	56.0057
% que absorbe la placa	66.17%	78.04%
% que absorbe la columna	33.83%	21.962
Tipo de sistema estructural	Dual	Muros Estructurales
Ro	7	6

Por lo tanto, se tiene que en la dirección X el sistema estructural se comporta de forma Dual, en la dirección Y el sistema estructural se considera como un sistema de Muros Estructurales.

**Tabla 90**  
*Fuerza Cortante-Dir X-X*

Piso	Caso	Tipo de Caso	Ubicación	VX	VY
				tonf	kgf
Techo Azotea	SISX	LinStatic	Top	<b>-25.711</b>	0.000
Techo Octavo Nivel	SISX	LinStatic	Top	<b>-52.476</b>	0.000
Techo Séptimo Nivel	SISX	LinStatic	Top	<b>-75.945</b>	0.000
techo Sexto Nivel	SISX	LinStatic	Top	<b>-96.031</b>	0.000
Techo Quinto Nivel	SISX	LinStatic	Top	<b>-112.714</b>	0.000
Techo Cuarto Nivel	SISX	LinStatic	Top	<b>-126.216</b>	0.000
Techo Tercer Nivel	SISX	LinStatic	Top	<b>-136.652</b>	0.000
Techo Segundo Nivel	SISX	LinStatic	Top	<b>-144.157</b>	0.000
Techo Primer Nivel	SISX	LinStatic	Top	<b>-148.902</b>	0.000
Techo Semi Sótano	SISX	LinStatic	Top	<b>-150.976</b>	0.000
Techo Sótano	SISX	LinStatic	Top	<b>-150.976</b>	0.000

**Tabla 91**  
*Desplazamiento del Centro de Masas del Diafragma*

Piso	Diafragma	Caso	Tipo de Caso	UX(m)	UY(m)
Techo Azotea	D11	SISX	LinStatic	<b>0.021137</b>	-0.000058
Techo Octavo Nivel	D10	SISX	LinStatic	<b>0.019914</b>	-0.000056
Techo Séptimo Nivel	D9	SISX	LinStatic	<b>0.018411</b>	-0.000048
techo Sexto Nivel	D8	SISX	LinStatic	<b>0.016594</b>	-0.000043
Techo Quinto Nivel	D7	SISX	LinStatic	<b>0.014445</b>	-0.000039
Techo Cuarto Nivel	D6	SISX	LinStatic	<b>0.012038</b>	-0.000033
Techo Tercer Nivel	D5	SISX	LinStatic	<b>0.009442</b>	-0.000025
Techo Segundo Nivel	D4	SISX	LinStatic	<b>0.006761</b>	-0.000018
Techo Primer Nivel	D3	SISX	LinStatic	<b>0.004146</b>	-0.000011
Techo Semi Sótano	D2	SISX	LinStatic	<b>0.001832</b>	-0.000004
Techo Sótano	D1	SISX	LinStatic	<b>0.000146</b>	0.000000



**Tabla 92**  
*Fuerza Cortante y Pesos por Nivel*

NIVEL	Vi	Pi	fi	di (CM)	Pi x di <sup>2</sup>	fi x di
	tonf	tonf	tonf	m	seg	
Techo Azotea	-25.711	176.955	25.711	0.021	0.079	0.543
Techo Octavo Nivel	-52.476	208.385	26.766	0.020	0.083	0.533
Techo Séptimo Nivel	-75.945	209.672	23.468	0.018	0.071	0.432
techo Sexto Nivel	-96.031	209.702	20.086	0.017	0.058	0.333
Techo Quinto Nivel	-112.714	208.385	16.683	0.014	0.043	0.241
Techo Cuarto Nivel	-126.216	208.385	13.503	0.012	0.030	0.163
Techo Tercer Nivel	-136.652	208.385	10.436	0.009	0.019	0.099
Techo Segundo Nivel	-144.157	208.385	7.505	0.007	0.010	0.051
Techo Primer Nivel	-148.902	208.385	4.745	0.004	0.004	0.020
Techo Semi Sótano	-150.976	194.404	2.074	0.002	0.001	0.004
Techo Sótano	-150.976	239.586	4.538	0.000	0.000	0.001
Sumas:	-1069.77	2041.042	150.976			

$T_x = 0.81224573$

**Tabla 93**  
*Registro de Masa por Pisos*

Piso	UX	UY	UZ	UX	UY
	kgf-s <sup>2</sup> /m	kgf-s <sup>2</sup> /m	kgf-s <sup>2</sup> /m	tonf	tonf
Techo Azotea	18038.220	18038.220	0.000	176.955	<b>176.955</b>
Techo Octavo Nivel	21242.070	21242.070	0.000	208.385	<b>208.385</b>
Techo Séptimo Nivel	21373.260	21373.260	0.000	209.672	<b>209.672</b>
techo Sexto Nivel	21376.400	21376.400	0.000	209.702	<b>209.702</b>
Techo Quinto Nivel	21242.070	21242.070	0.000	208.385	<b>208.385</b>
Techo Cuarto Nivel	21242.070	21242.070	0.000	208.385	<b>208.385</b>
Techo Tercer Nivel	21242.070	21242.070	0.000	208.385	<b>208.385</b>
Techo Segundo Nivel	21242.070	21242.070	0.000	208.385	<b>208.385</b>
Techo Primer Nivel	21242.070	21242.070	0.000	208.385	<b>208.385</b>
Techo Semi Sótano	19816.940	19816.940	0.000	194.404	<b>194.404</b>
Techo Sótano	24422.640	24422.640	0.000	239.586	<b>239.586</b>
BASE	8220.720	8220.720	0.000	80.645	<b>80.645</b>



**Tabla 94**  
*Fuerza Cortante-Dir Y-Y*

Piso	Caso	Tipo de Caso	Ubicación	VX	VY
				kgf	tonf
Techo Azotea	SISY	LinStatic	Top	0.000	-40.659
Techo Octavo Nivel	SISY	LinStatic	Top	0.000	-83.666
Techo Séptimo Nivel	SISY	LinStatic	Top	0.000	-122.051
techo Sexto Nivel	SISY	LinStatic	Top	0.000	-155.572
Techo Quinto Nivel	SISY	LinStatic	Top	0.000	-184.065
Techo Cuarto Nivel	SISY	LinStatic	Top	0.000	-207.766
Techo Tercer Nivel	SISY	LinStatic	Top	0.000	-226.703
Techo Segundo Nivel	SISY	LinStatic	Top	0.000	-240.914
Techo Primer Nivel	SISY	LinStatic	Top	0.000	-250.447
Techo Semi Sótano	SISY	LinStatic	Top	0.000	-255.043
Techo Sótano	SISY	LinStatic	Top	0.000	-255.043

**Tabla 95**  
*Desplazamiento del Centro de Masas del Diafragma*

Pisos	Diafragma	Caso	Tipo de Caso	UX	UY
				m	m
Techo Azotea	D11	SISY	LinStatic	-7.20E-05	0.015201
Techo Octavo Nivel	D10	SISY	LinStatic	-5.60E-05	0.014205
Techo Séptimo Nivel	D9	SISY	LinStatic	-0.000112	0.013103
techo Sexto Nivel	D8	SISY	LinStatic	7.30E-05	0.011716
Techo Quinto Nivel	D7	SISY	LinStatic	-3.40E-05	0.010074
Techo Cuarto Nivel	D6	SISY	LinStatic	-2.60E-05	0.008324
Techo Tercer Nivel	D5	SISY	LinStatic	-1.80E-05	0.006461
Techo Segundo Nivel	D4	SISY	LinStatic	-1.10E-05	0.004557
Techo Primer Nivel	D3	SISY	LinStatic	-4.00E-06	0.002716
Techo Semi Sótano	D2	SISY	LinStatic	2.00E-06	0.001102
Techo Sótano	D1	SISY	LinStatic	1.00E-06	9.10E-05

**Tabla 96**  
*Cálculo de Periodos*

NIVEL	Vi	Pi	fi	Di (CM)	Pi x di2	fi x di
	tonf	tonf	tonf	m	seg	
Techo Azotea	-40.659	176.955	40.659	0.015	0.041	0.618
Techo Octavo Nivel	-83.666	208.385	43.007	0.014	0.042	0.611
Techo Séptimo Nivel	-122.051	209.672	38.385	0.013	0.036	0.503
techo Sexto Nivel	-155.572	209.702	33.521	0.012	0.029	0.393
Techo Quinto Nivel	-184.065	208.385	28.493	0.010	0.021	0.287



NIVEL	Vi tonf	Pi tonf	fi tonf	Di (CM) m	Pi x di2 seg	fi x di
Techo Cuarto Nivel	-207.766	208.385	23.701	0.008	0.014	0.197
Techo Tercer Nivel	-226.703	208.385	18.938	0.006	0.009	0.122
Techo Segundo Nivel	-240.914	208.385	14.211	0.005	0.004	0.065
Techo Primer Nivel	-250.447	208.385	9.533	0.003	0.002	0.026
Techo Semi Sótano	-255.043	194.404	4.596	0.001	0.000	0.005
Techo Sótano	-255.043	239.586	4.538	0.000	0.000	0.000
Sumas:	-1766.88	2041.041	259.58			

Ty= 0.531004078

Por lo tanto, se verifica en el programa ETABS v2018, que los periodos fundamentales de Vibración están determinados por el primer modo de vibración para efectos traslacionales en dirección X, el segundo modo de Vibración predomina los efectos Torsionales y finalmente en el tercer modo de Vibración predomina los efectos traslacionales en dirección Y.

#### 4.8.1.4. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura.

**Tabla 97**

*Sistema Estructural - Dirección X*

##### **Exponente Relacionado con el Periodo Fundamental T:**

- a) Para T menor o igual a 0.5 segundos k=1  
 b) Para T mayor que 0.5 segundos  $k=(0.75+0.5T) \leq 2.0$

**kx: 1.1156122877**

**Tabla 98**

*Sistema Estructural - Dirección Y*

##### **Exponente relacionado con el periodo fundamental T:**

- a) Para T menor o igual a 0.5 segundos k=1  
 b) Para T mayor que 0.5 segundos  $k=(0.75+0.5T) \leq 2.0$

**ky: 1.015502**

#### 4.8.1.5. Fuerza Cortante en la Base.

##### 4.8.1.5.1. Sistema Estructural en Dirección X.

$$V_x = \frac{ZUCS}{R_x} P$$



**Tabla 99**  
*Factor de Amplificación Sísmica C*

Factor de Amplificación Sísmica C:	
Tp:	0.6
Tl:	2
Tx:	0.81224573

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

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

$$T > T_l \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_l}{T^2}\right)$$

Por lo tanto, tenemos: Cx: 1.846731723

También se debe de cumplir que el valor de Cx/Rx no deberá considerarse menor que 0.11

**Tabla 100**  
*Coefficiente de Cortante Basal en Eje X*

Coeficiente de Cortante Basal	
Z =	0.25
U =	1
Cx/Rx =	0.246650782
S =	1.2
<b>Cbx =</b>	<b>0.079145645</b>

#### 4.8.1.5.2. Sistema Estructural en Dirección Y.

$$V_y = \frac{ZUCS}{R_y} P$$

**Tabla 101**  
*Factor de Amplificación Sísmica C*

Factor de Amplificación Sísmica C:	
Tp	0.6
Tl	2
Tx	0.5310041

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

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



$$T > T_l \quad C = 2.5 * \left( \frac{T_p * T_l}{T^2} \right)$$

Por lo tanto, tenemos:  $C_y: 2.5$

También debe cumplir que el valor de  $C_y/R_y$  no deberá considerarse menor que 0.11

**Tabla 102***Coeficiente de Cortante Basal Dir. Y-Y*

Coeficiente de Cortante Basal	
Z =	0.25
U =	1
$C_y/R_y =$	0.41666667
S =	1.2
<b>C<sub>by</sub> =</b>	<b>0.125</b>

#### 4.8.1.6. Cálculo de la Cortante Basal Estática en Verificación

##### 4.8.1.6.1. Cálculo Mediante el Uso de Tablas.

**Tabla 103***Resumen de Masas por Pisos*

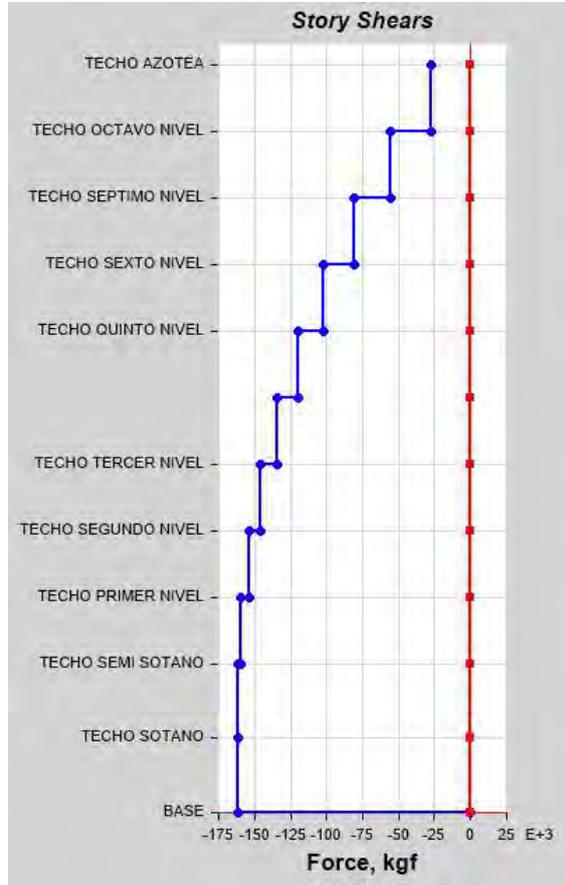
TABLA: Resumen de Masas por Pisos.					
	Pisos	UX	UY	UX	UY
		kgf-s <sup>2</sup> /m	kgf-s <sup>2</sup> /m	tonf	tonf
Niveles analizados sin considerar el Sótano	TECHO AZOTEA	18038.22	18038.22	176.955	176.955
	TECHO OCTAVO NIVEL	21242.07	21242.07	208.385	208.385
	TECHO SEPTIMO NIVEL	21373.26	21373.26	209.672	209.672
	TECHO SEXTO NIVEL	21376.4	21376.4	209.702	209.702
	TECHO QUINTO NIVEL	21242.07	21242.07	208.385	208.385
	TECHO CUARTO NIVEL	21242.07	21242.07	208.385	208.385
	TECHO TERCER NIVEL	21242.07	21242.07	208.385	208.385
	TECHO SEGUNDO NIVEL	21242.07	21242.07	208.385	208.385
	TECHO PRIMER NIVEL	21242.07	21242.07	208.385	208.385
	TECHO SEMI SOTANO	19816.94	19816.94	194.404	194.404
	TECHO SOTANO	24422.64	24422.64	239.586	239.586
	BASE	8220.72	8220.72	80.645	80.645

**Tabla 104***Peso y Cortante Basal en Direcciones X e Y de la Estructura.*

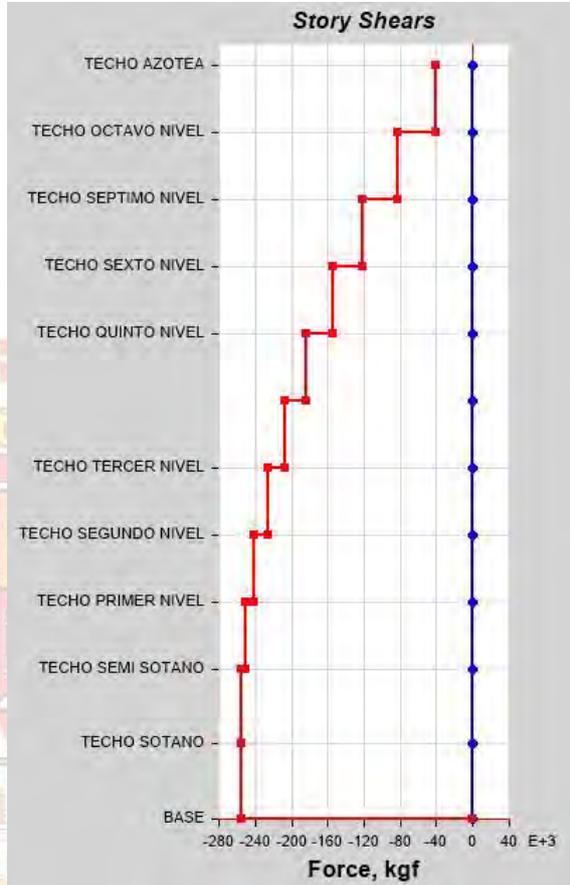
Peso de la Estructura:	2041.041524	tonf.
Cortante Basal (X):	161.5395485	tonf.
Cortante Basal (Y):	255.1301906	tonf.

4.8.1.6.2. Cálculo Gráfico Etabs v2018.

**Figura 16**  
*Fuerzas Cortantes por Nivel Eje X*



**Figura 17**  
*Fuerzas Cortantes por Nivel Eje Y*



4.8.2. Análisis Dinámico Lineal-Etabs.

4.8.2.1. Definición del Espectro de Respuesta.

**Tabla 105**  
*Factor de Sistema Estructural "R" Dirección X-X*

Factor de Sistema Estructural "R"	Sistema Estructural en Dirección x-x	Rx
	Dual.	7
	Coefficiente de Regularidad en Planta I <sub>px</sub>	1
	Coefficiente de Regularidad en Altura I <sub>ax</sub>	1

**Tabla 106***Factor de Sistema Estructural "R" Dirección Y-Y*

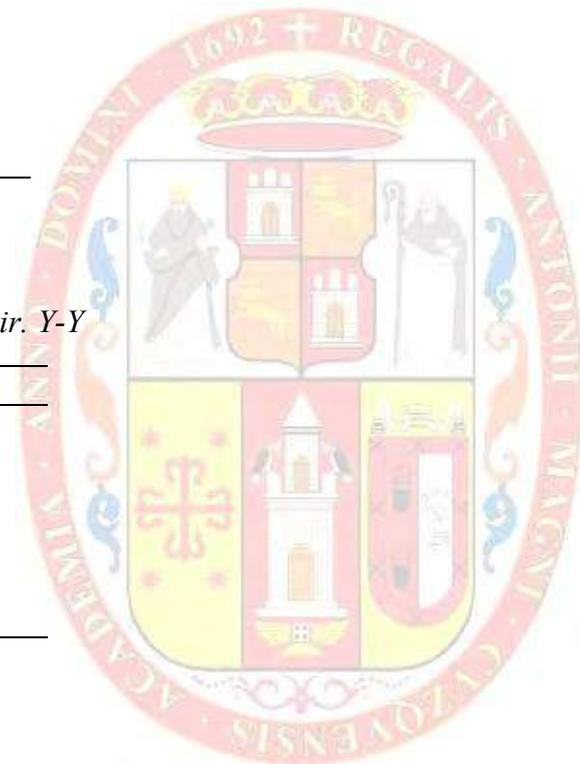
	Sistema Estructural en Dirección Y-Y	Ry
<b>Factor de Sistema Estructural "R"</b>	Muros Estructurales	6
	Coefficiente de Regularidad en Planta Ipy.	1
	Coefficiente de Regularidad en Altura Iay.	1

**Tabla 107***Parámetros Sísmicos Dir. X-X*

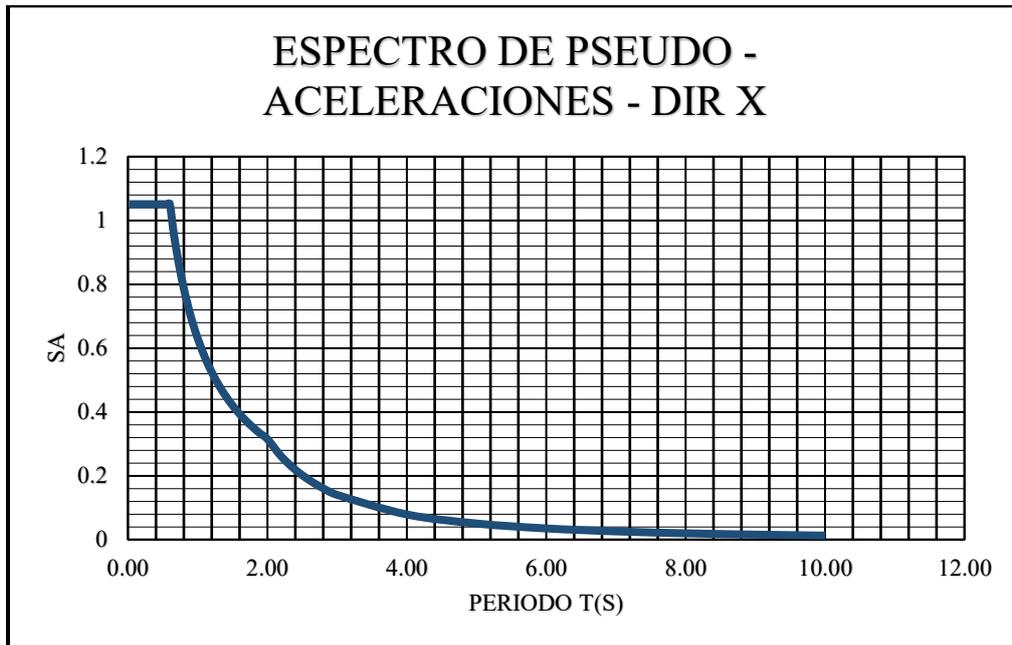
Dirección X-X	
Datos	Factores
<b>Z</b>	0.25
<b>U</b>	1
<b>S</b>	1.2
<b>Rx</b>	7
<b>g</b>	<b>9.81</b>

**Tabla 108***Parámetros Sísmicos Dir. Y-Y*

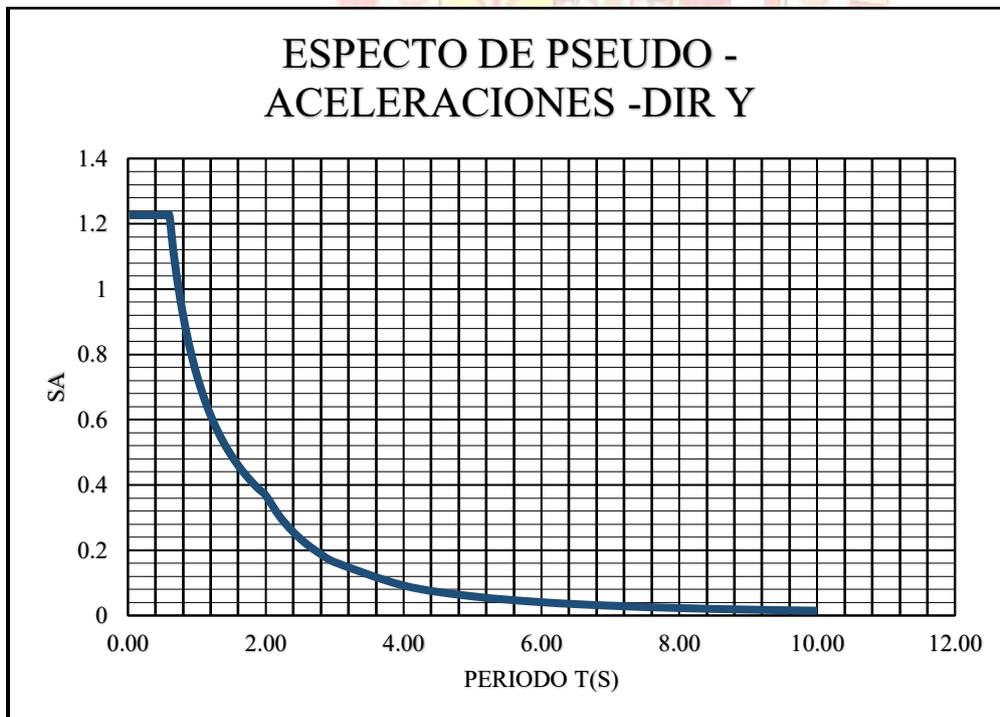
Dirección Y-Y	
Datos	Factores
<b>Z</b>	0.25
<b>U</b>	1
<b>S</b>	1.2
<b>Ry</b>	6
<b>g</b>	<b>9.81</b>



**Figura 18**  
*Espectro de Pseudo-Aceleraciones-Dirección X*

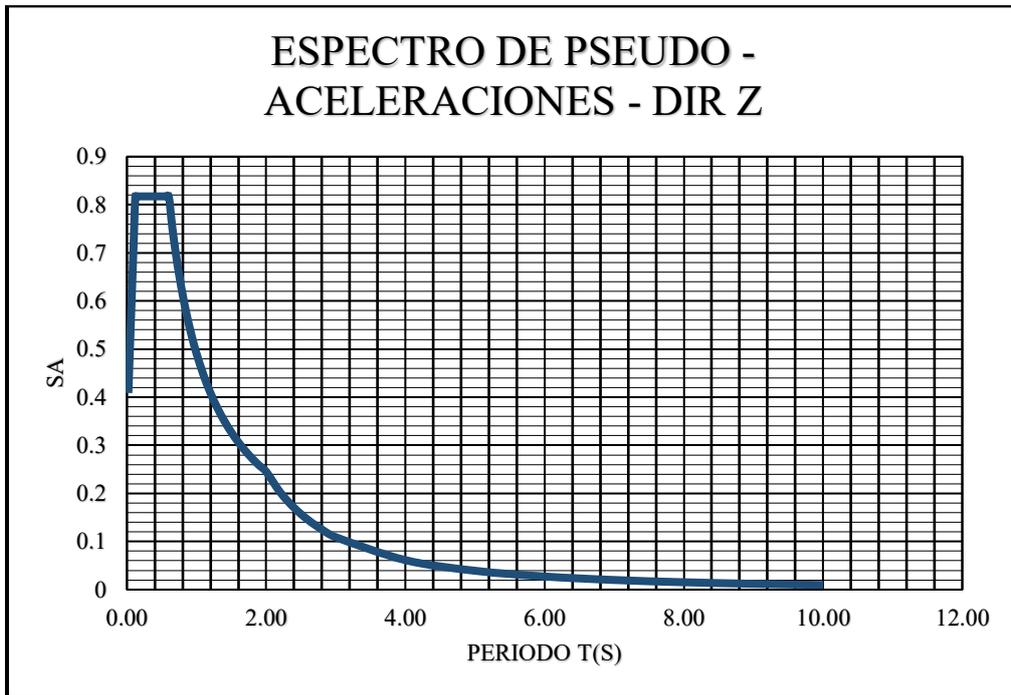


**Figura 19**  
*Espectro de Pseudo-Aceleraciones -Dirección Y*





**Figura 20**  
*Espectro de Pseudo-Aceleraciones-Dirección Z*





## 4.8.2.2. Factores de Irregularidad

Tabla 109

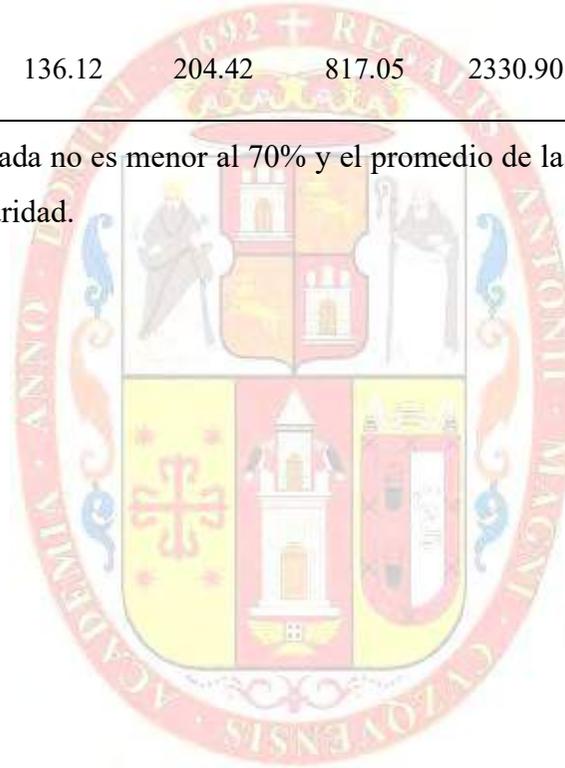
Verificación de Irregularidad por Piso Blando

VERIFICACIÓN POR IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO 1											
Nivel	Caso de Carga	Desplaz. del Centro de Masa (x) cm	Desplaz. Del Centro de Masa (y) cm	Cortante (x) Tonf	Cortante (y) Tonf	Rigidez x Tonf/cm	Rigidez y Tonf/cm	Verificación x	Verificación x	Verificación y	Verificación y
TECHO AZOTEA	Sismo máx.	1.87	1.22	24.30	34.86	12.96	28.61				
TECHO OCTAVO NIVEL	Sismo máx.	1.77	1.14	46.69	69.14	26.41	60.75	2.03667		2.12301	
TECHO SEPTIMO NIVEL	Sismo máx.	1.64	1.04	65.73	99.14	40.12	95.06	1.51935		1.56469	
TECHO SEXTO NIVEL	Sismo máx.	1.48	0.93	82.16	125.31	55.51	134.61	1.38336	2.09458	1.41599	2.18951
TECHO QUINTO NIVEL	Sismo máx.	1.29	0.80	96.39	147.83	74.49	184.02	1.34197	1.83108	1.36708	1.90086
TECHO CUARTO NIVEL	Sismo máx.	1.08	0.66	108.65	166.76	100.33	251.56	1.34687	1.76921	1.36698	1.82420
TECHO TERCER NIVEL	Sismo máx.	0.85	0.51	118.97	182.05	139.51	354.26	1.39053	1.81711	1.40825	1.86388
TECHO SEGUNDO NIVEL	Sismo máx.	0.61	0.36	127.23	193.56	207.63	534.73	1.48823	1.98158	1.50934	2.03090



Nivel	Caso de Carga	Desplaz. del Centro de Masa (x)	Desplaz. Del Centro de Masa (y)	Cortante (x)	Cortante (y)	Rigidez x	Rigidez y	Verificación x	Verificación x	Verificación y	Verificación y
TECHO PRIMER NIVEL	Sismo máx.	0.38	0.22	133.13	201.10	353.33	932.78	1.70176	2.36886	1.74447	2.45354
TECHO SEMI SOTANO	Sismo máx.	0.17	0.09	136.12	204.42	817.05	2330.90	2.31237	3.49921	2.49895	3.83857

Se verifica de ambas formas que la rigidez calculada no es menor al 70% y el promedio de las rigideces de los 3 superiores no es menor al 80%, por lo que se deduce que no presenta esta irregularidad.



**Tabla 110***Verificación de irregularidad por piso débil*

VERIFICACIÓN DE LA IRREGULARIDAD POR PISO DÉBIL			
Nivel	Área de la sección de Columnas y Placas cm <sup>2</sup>	Resistencia de los Elementos Estructurales al corte $0.53 \cdot \text{raíz}(f'c) \cdot b \cdot h$	Verif. Piso Débil
TECHO AZOTEA	83350	640.16 Tonf	
TECHO OCTAVO NIVEL	83350	640.16 Tonf	1
TECHO SEPTIMO NIVEL	83350	640.16 Tonf	1
TECHO SEXTO NIVEL	83350	640.16 Tonf	1
TECHO QUINTO NIVEL	83350	640.16 Tonf	1
TECHO CUARTO NIVEL	83350	640.16 Tonf	1
TECHO TERCER NIVEL	83350	640.16 Tonf	1
TECHO SEGUNDO NIVEL	83350	640.16 Tonf	1
TECHO PRIMER NIVEL	83350	640.16 Tonf	1
TECHO SEMI SOTANO	83350	640.16 Tonf	1

**Tabla 111***Verificación de Irregularidad de Masa o Peso*

VERIFICACIÓN DE LA IRREGULARIDAD DE MASA O PESO					
Nivel	Peso Acumulado Tonf	Peso Entrepiso Tonf	Verif.	Verif.	Chequeo
TECHO AZOTEA	223.64	223.64		0.99	REGULAR
TECHO OCTAVO NIVEL	449.66	226.02	1.01	1.00	REGULAR
TECHO SEPTIMO NIVEL	675.68	226.02	1.00	1.00	REGULAR
TECHO SEXTO NIVEL	901.71	226.02	1.00	1.00	REGULAR
TECHO QUINTO NIVEL	1127.73	226.02	1.00	1.00	REGULAR
TECHO CUARTO NIVEL	1353.75	226.02	1.00	1.00	REGULAR
TECHO TERCER NIVEL	1579.77	226.02	1.00	1.00	REGULAR
TECHO SEGUNDO NIVEL	1805.79	226.02	1.00	1.00	REGULAR
TECHO PRIMER NIVEL	2031.81	226.02	1.00	1.06	REGULAR
TECHO SEMI SOTANO	2244.44	212.62	0.94		REGULAR

Nota: Se verifica que no existe irregularidad por masa ya que la fuerza aplicada en un piso adyacente es menor a 1.5 en sentido ascendente y sentido descendente.



**Tabla 112**  
*Verificación de Irregularidad en Planta Torsional*

VERIFICACIÓN DE LA IRREGULARIDAD TORSIONAL EJE X					
Nivel	Caso de Carga	Max. Deriva Diafrag.	Deriva promedio	Relación menor a 1.3	Verificación
TECHO AZOTEA	CS-DINAMICO	0.00052	0.00047	1.09746	REGULAR
TECHO OCTAVO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00063	0.00057	1.09930	REGULAR
TECHO SEPTIMO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00076	0.00070	1.09784	REGULAR
TECHO SEXTO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00089	0.00081	1.09852	REGULAR
TECHO QUINTO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00100	0.00091	1.09847	REGULAR
TECHO CUARTO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00109	0.00099	1.09899	REGULAR
TECHO TERCER NIVEL	CS-DINAMICO	0.00113	0.00103	1.09815	REGULAR
TECHO SEGUNDO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00111	0.00101	1.09703	REGULAR
TECHO PRIMER NIVEL	CS-DINAMICO	0.00097	0.00089	1.08661	REGULAR
TECHO SEMI SOTANO	CS-DINAMICO	0.00062	0.00058	1.07639	REGULAR

**Tabla 113**  
*Verificación de la Irregularidad Torsional Eje Y*

VERIFICACIÓN DE LA IRREGULARIDAD TORSIONAL EJE Y					
Nivel	Caso de Carga	Max. Deriva Diafrag.	Deriva promedio	Relación menor a 1.3	Verificación
TECHO AZOTEA	CS-DINAMICO	0.00037	0.00034	1.10324	REGULAR
TECHO OCTAVO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00044	0.00041	1.09383	REGULAR
TECHO SEPTIMO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00052	0.00048	1.09244	REGULAR
TECHO SEXTO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00059	0.00054	1.08856	REGULAR
TECHO QUINTO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00065	0.00060	1.08908	REGULAR
TECHO CUARTO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00069	0.00063	1.08716	REGULAR
TECHO TERCER NIVEL	CS-DINAMICO	0.00070	0.00064	1.08723	REGULAR
TECHO SEGUNDO NIVEL	CS-DINAMICO	0.00067	0.00062	1.08401	REGULAR



Nivel	Caso de Carga	Max. Deriva Diafrag.	Deriva promedio	Relación menor a 1.3	Verificación
TECHO PRIMER NIVEL	CS-DINAMICO	0.00059	0.00054	1.09191	REGULAR
TECHO SEMI SOTANO	CS-DINAMICO	0.00036	0.00031	1.13057	REGULAR

**Tabla 114***Verificación Irregularidad Por Esquinas Entrantes*

VERIFICACIÓN IRREGULARIDAD POR ESQUINAS ENTRANTES						
Longitud de Esquina Entrante (m)	Longitud Eje "x" (m)	Longitud Eje "y" (m)	% "X"	% "Y"	Irregularidad "x"	Irregularidad "y"
6.78 - 5.10	10.61	20.01	63.90	25.49	REGULAR	REGULAR

En el manual de Irregularidades presentado por CEINT PERU menciona que si hubiera la posibilidad de incorporar pórticos en la esquina entrante entonces la estructura ya no calificaría como irregular por esquinas entrantes, es así que para el presente trabajo de investigación se adoptó dicho criterio.

**Tabla 115***Verificación por Discontinuidad de Diafragma*

VERIFICACION POR DISCONTINUIDAD DE DIAFRAGMA	
Área en Planta	212.3061
50% x A. planta	106.15305
A. abertura	35.105
Estructura	REGULAR
F.I.	1

**Tabla 116**  
*Verificación de Excentricidades*

Nivel	XCC M cm	YCCM cm	XCR cm	YCR cm	ex (cm)	ey (cm)	VERI F. "X"	VERIF. "Y"
Techo Sótano	511.41	1000.08	526.6	996	15.2	4.1	Cumple	Cumple
Techo Semi Sótano	510.4	998.74	481.8	980.2	28.6	18.5	Cumple	Cumple
Techo primer nivel	510.4	1007.81	433.2	989.6	77.2	18.2	Cumple	Cumple
Techo segundo nivel	510.4	1007.81	420.9	998.1	89.5	9.7	Cumple	Cumple
Techo tercer nivel	510.18	1007.94	420.3	1004	89.9	3.5	Cumple	Cumple
Techo cuarto nivel	510.4	1007.81	422.6	1009	87.9	1.4	Cumple	Cumple
Techo quinto nivel	510.4	1007.81	425.4	1013	85.0	4.9	Cumple	Cumple
Techo sexto nivel	510.4	1007.81	428.1	1015	82.3	7.6	Cumple	Cumple
Techo séptimo nivel	510.4	1007.81	430.9	1018	79.5	9.8	Cumple	Cumple
Techo octavo nivel	510.4	1007.81	434.5	1020	75.9	12.2	Cumple	Cumple
Techo azotea	516.61	1011.61	437.6	1023	79.0	11.1	Cumple	Cumple

**Tabla 117**  
*Valores Máximos de las Excentricidades en las Direcciones X e Y*

Longitud en "X":	10.61 m
Longitud en "Y":	20.01 m
ex (máximo) =	106.10 cm
ey (máximo)=	200.10 cm

**4.8.2.3. Determinación de la Cortante Basal Dinámica.****Tabla 118**  
*Determinación de la Cortante Basal Dinámica*

TABLE: Fuerzas en Piso				
Nivel	Output Case	P Kgf.	VX Kgf.	VY Kgf.
Techo azotea	CS- DINAMICO	0.001401	24302.73	34863.64
Techo octavo nivel	CS- DINAMICO	0.001222	46694.47	69148.97
Techo séptimo nivel	CS- DINAMICO	0.001132	65736.69	99145.93
Techo sexto nivel	CS- DINAMICO	0.00127	82166.63	125312.75
Techo quinto nivel	CS- DINAMICO	0.001667	96394.82	147830.45
Techo cuarto nivel	CS- DINAMICO	0.002246	108650.64	166761.95



Nivel	Output Case	P	VX	VY
Techo tercer nivel	CS- DINAMICO	0.002967	118978.96	182057.51
Techo segundo nivel	CS- DINAMICO	0.00371	127236.45	193564.56
Techo primer nivel	CS- DINAMICO	0.004436	133138.37	201108.61
Techo semi sótano	CS- DINAMICO	0.01	<b>136120.65</b>	<b>204427.7</b>
Techo sótano	CS- DINAMICO	0.01	137625.47	205507.36

#### 4.8.2.4. Determinación de los Coeficientes de Escala Dinámico – Estático.

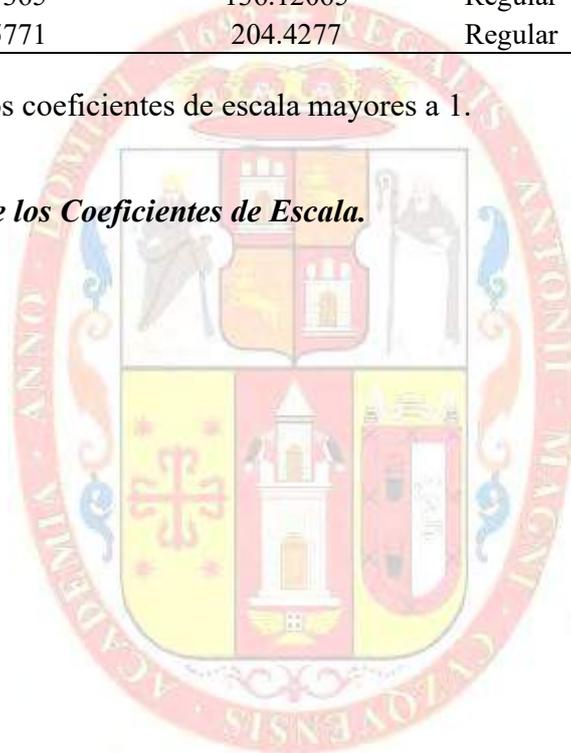
**Tabla 119**

*Determinación de los Coeficientes de Escala Dinámico-Estático*

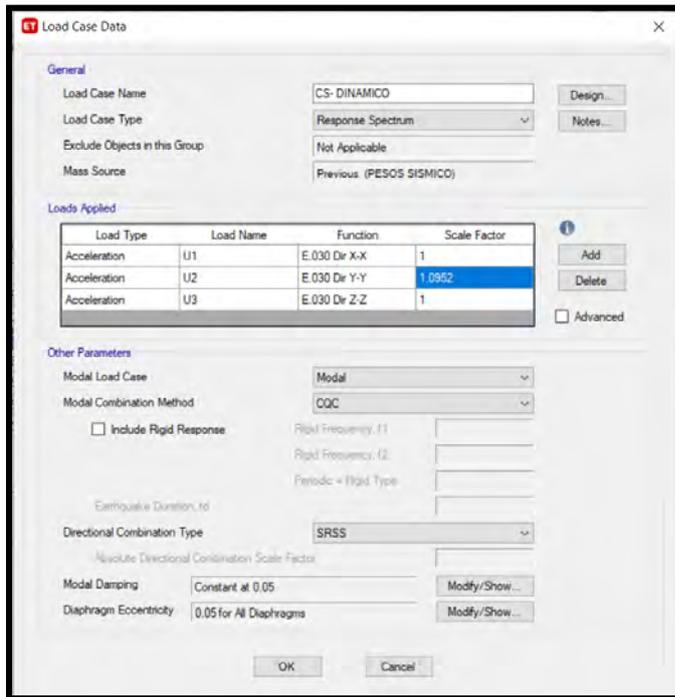
	Cortante Basal Estático	Cortante Basal Dinámico	Sistema	Coeficientes
Dir X-X	165.6709365	136.12065	Regular	<b>0.97367115</b>
Dir Y-Y	279.8675771	204.4277	Regular	<b>1.0952237</b>

Solo se asume los coeficientes de escala mayores a 1.

#### 4.8.2.5. Inclusión de los Coeficientes de Escala.



**Figura 21**  
*Factores de Escalamiento de Cortantes-Etabs*



## 4.9. Análisis Convencional-Midas Gen

### 4.9.1. Análisis Estático Lineal -Midas Gen v2019.

#### 4.9.1.1. Verificación del Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas.

A diferencia del software de CSI Inc. En MIDAS Gen no tenemos la opción de realizar un plano de corte para determinar las fuerzas en un determinado nivel, pero si podemos hacer la verificación mediante tablas, cabe mencionar que la generación de gráficos informativos por defecto en MIDAS Gen es limitada, por lo cual se otorga al usuario una gran versatilidad para generar dichos gráficos en base a las tablas de resultados.

Para acceder a la tabla que nos ayudara a realizar la verificación del tipo de sistema estructural con el que se está trabajando nos dirigiremos a la siguiente dirección de comando:” Results/Story Force Shear Ratio/Techo sótano [SISx, SISy, PP]”

**Tabla 120***Fuerzas en Elementos Frame y Planar en Nivel Techo de Sótano*

Story	Load	Type	Angle1 (deg)	Force 1 (tonf)	Ratio 1	Angle2 (deg)	Force 2 (tonf)	Ratio2
TECHO SOTANO	SIS - DIR X-X	Frame (Beam)	0	49.895	0.4	90	0.3363	0
TECHO SOTANO	SIS - DIR X-X	Planar	0	74.168	0.6	90	0.3363	0
TECHO SOTANO	SIS - DIR X-X	Sum	0	124.06		90	0	
TECHO SOTANO	SIS - DIR Y-Y	Frame (Beam)	0	-	0	90	59.966	0.28
TECHO SOTANO	SIS - DIR Y-Y	Planar	0	0.1421	0	90	152.07	0.72
TECHO SOTANO	SIS - DIR Y-Y	Sum	0	0		90	212.04	

**Tabla 121***Verificación de Sistema Estructural en Ejes X e Y*

Elemento Estructural	Cortante (X)	Cortante (Y)
Placa	59.61	162.68
Columna	71.82	45.5
% Que absorbe la Placa	45.35%	78.14%
% Que absorbe la Columna	54.65%	21.86%
Tipo de Sistema Estructural	Dual	Muros Estructurales
<b>Ro</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

**4.9.1.2. Periodo Fundamental de Vibración.**

**Tabla 122***Periodos de Vibración*

Mode	UX	UY	UZ	RX
Mode	Frequency		Period	Tolerance
No	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	
1	7.0932	1.1289	<b>0.8858</b>	0.00E+00
2	9.3874	1.4941	0.6693	0.00E+00
3	11.4992	1.8302	<b>0.5464</b>	0.00E+00
4	23.2966	3.7078	0.2697	0.00E+00
5	30.2411	4.813	0.2078	0.00E+00
6	39.0646	6.2173	0.1608	0.00E+00
7	44.506	7.0833	0.1412	0.00E+00
8	54.004	8.595	0.1163	0.00E+00
9	67.7237	10.7786	0.0928	0.00E+00
10	74.4345	11.8466	0.0844	0.00E+00
11	75.7428	12.0548	0.083	0.00E+00
12	89.3307	14.2174	0.0703	0.00E+00
13	93.1606	14.827	0.0674	0.00E+00
14	107.4823	17.1063	0.0585	2.01E-242
15	108.9169	17.3347	0.0577	2.52E-240
16	113.0236	17.9883	0.0556	4.11E-233
17	122.5947	19.5115	0.0513	3.10E-218
18	124.1228	19.7548	0.0506	1.77E-215
19	129.0819	20.544	0.0487	4.42E-206
20	135.0859	21.4996	0.0465	5.85E-198
21	135.9012	21.6293	0.0462	1.50E-196
22	137.724	21.9195	0.0456	1.81E-193
23	138.3306	22.016	0.0454	2.42E-193
24	143.6262	22.8588	0.0437	5.10E-187
25	146.9229	23.3835	0.0428	3.40E-182
26	148.464	23.6288	0.0423	1.43E-179
27	149.2051	23.7467	0.0421	2.47E-178
28	150.2126	23.9071	0.0418	3.30E-177
29	154.4434	24.5804	0.0407	2.95E-174
30	156.2744	24.8719	0.0402	5.61E-173
31	157.9495	25.1384	0.0398	2.17E-172
32	173.2593	27.5751	0.0363	1.45E-159
33	182.0795	28.9789	0.0345	2.45E-150



## 4.9.1.3. Participación de Masas

**Tabla 123**  
*Masas Participativas*

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT						
Mode	TRAN-X		TRAN-Y		ROTN-Z	
No	MASS (%)	SUM (%)	MASS (%)	SUM (%)	MASS (%)	SUM (%)
1	<b>72.9686</b>	72.969	0.0001	0.0001	0.0479	0.0479
2	0.0867	73.055	2.3054	2.3055	<b>68.3232</b>	68.371
3	0.0022	73.058	<b>67.2941</b>	69.6	2.461	70.832
4	10.9549	84.012	0	69.6	0.0041	70.836
5	0.0014	84.014	0.3856	69.985	10.3335	81.17
6	0.0003	84.014	11.5146	81.5	0.4443	81.614
7	4.1287	88.143	0.0004	81.5	0.0006	81.615
8	0.0035	88.146	0.1255	81.626	3.8593	85.474
9	1.9285	90.075	0	81.626	0.0115	85.485
10	0.0048	90.08	2.918	84.544	0.9997	86.485
11	0.0091	<b>90.089</b>	1.6009	86.145	1.0127	87.498
12	0.9217	91.01	0.0006	86.145	0.0352	87.533
13	0.0347	91.045	0.017	86.162	0.8743	88.407
14	0.3614	91.407	0	86.162	0.1447	88.552
15	0.1622	91.569	0.0007	86.163	0.3112	88.863
16	0	91.569	2.7648	88.928	0.006	88.869
17	0.0635	91.632	0.0065	88.934	0.1872	89.057
18	0.2614	91.894	0.0016	88.936	0.0439	89.1
19	0	91.894	0.0006	88.937	0.003	89.103
20	0.01	91.904	0.0002	88.937	0.0138	89.117
21	0.0159	91.92	0.0016	88.939	0.1273	89.245
22	0.1865	92.106	0.0002	88.939	0.0066	89.251
23	0.0018	92.108	0.0001	88.939	0.0012	89.252
24	0.0078	92.116	0.0012	88.94	0.0044	89.257
25	0.0139	92.13	0.0063	88.946	0.0454	89.302
26	0.1199	92.249	0.0086	88.955	0.0498	89.352
27	0.0141	92.264	0.045	89	0.0184	89.37
28	0.0001	92.264	2.0332	<b>91.033</b>	0.0001	89.37
29	0.0005	92.264	0	91.033	0.0184	89.389
30	0.0497	92.314	0	91.033	0	89.389
31	0.0703	92.384	0.0006	91.034	0.0196	89.408
32	0.5987	92.983	0.0003	91.034	0.0026	89.411
33	0.0203	93.003	1.742	92.776	0.0692	89.48

**4.9.1.4. Distribución de Fuerzas Sísmicas en Altura.****4.9.1.4.1. Sistema Estructural – Dirección X****Tabla 124**

Cálculo del Factor K, Eje X

<b>Exponente Relacionado con el Periodo Fundamental T:</b>	
a) Para T menor o igual a 0.5 segundos $k=1$	
b) Para T mayor que 0.5 segundos $k=(0.75+0.5T) \leq 2.0$	
<b>kx:</b>	<b>1.1929</b>

**4.9.1.4.2. Sistema Estructural – Dirección Y****Tabla 125**

Cálculo del Factor K, eje Y

<b>Exponente Relacionado con el Periodo Fundamental T:</b>	
a) Para T menor o igual a 0.5 segundos $k=1$	
b) Para T mayor que 0.5 segundos $k=(0.75+0.5T) \leq 2.0$	
<b>ky:</b>	<b>1.0232</b>

**4.9.1.5. Fuerza Cortante en la Base.****4.9.1.5.1. Coeficiente de Cortante Basal en dirección X.****Tabla 126**

Coeficiente del Cortante Basal Eje X

Z =	0.25
U =	1
Cx/Rx =	1.69
S =	1.2
<b>Cbx =</b>	<b>0.073</b>

**4.9.1.5.2. Coeficiente de Cortante Basal en Dirección Y.****Tabla 127**

Coeficiente del Cortante Basal Eje Y

Z =	0.25
U =	1
Cy/Ry =	0.416666667
S =	1.2
<b>Cby =</b>	<b>0.125</b>

**4.9.1.5.3. Cálculo de la Fuerza Basal Estática.****Tabla 128***Cortante Basal Estática*

<b>TABLE: Mass Summary by Story</b>						
<b>Story</b>		<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>UZ</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>
		kgf-s <sup>2</sup> /m	kgf-s <sup>2</sup> /m	kgf-s <sup>2</sup> /m	tonf	tonf
Niveles analizados sin considerar el Sótano	TECHO AZOTEA	19064.832	19064.832	0.000	187.026	187.026
	TECHO OCTAVO NIVEL	22262.997	22262.997	0.000	218.400	218.400
	TECHO SEPTIMO NIVEL	22262.997	22262.997	0.000	218.400	218.400
	TECHO SEXTO NIVEL	22262.997	22262.997	0.000	218.400	218.400
	TECHO QUINTO NIVEL	22262.997	22262.997	0.000	218.400	218.400
	TECHO CUARTO NIVEL	22262.997	22262.997	0.000	218.400	218.400
	TECHO TERCER NIVEL	22262.997	22262.997	0.000	218.400	218.400
	TECHO SEGUNDO NIVEL	22262.997	22262.997	0.000	218.400	218.400
	TECHO PRIMER NIVEL	22262.997	22262.997	0.000	218.400	218.400
	TECHO SEMI SOTANO	22573.496	22573.496	0.000	221.446	221.446
	TECHO SOTANO	25121.101	25121.101	0.000	246.438	246.438
	BASE	0	0	0	0	0

**Tabla 129***Resumen de Valores de Fuerzas Cortantes por Eje*

Peso de la Estructura:	2155.672	tonf.
Cortante Basal (X)	156.445	tonf.
Cortante Basal (Y)	269.459	tonf.

**4.9.2. Análisis Dinámico Lineal haciendo uso del programa Midas Gen v2019.****4.9.2.1. Definición del Espectro de Respuesta.****Tabla 130***Factor de Sistema Estructural "R" Dirección X-X*

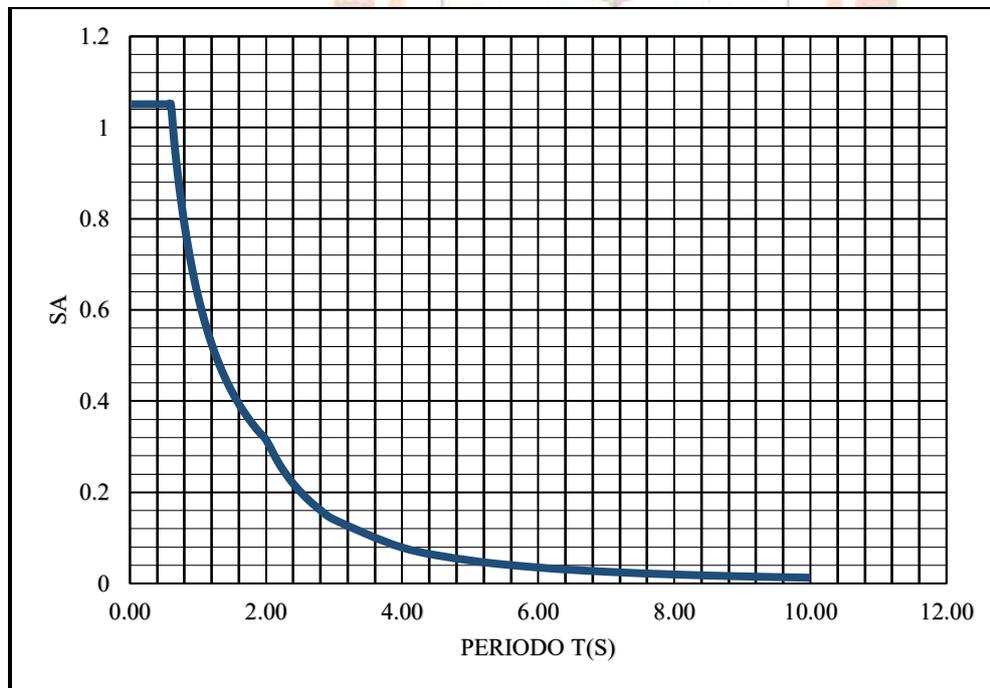
<b>FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R"</b>	<b>SISTEMA ESTRUCTURAL EN DIRECCION X-X</b>	<b>Rx</b>
	DUAL.	7
	COEFICIENTE DE REGULARIDAD EN PLANTA I <sub>px</sub>	1
	COEFICIENTE DE REGULARIDAD EN ALTURA I <sub>ax</sub>	1

**Tabla 131***Factor de sistema estructural "R" dirección Y-Y*

FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R"	SISTEMA ESTRUCTURAL EN DIRECCION Y-Y	Ry
	MUROS ESTRUCTURALES	6
	COEFICIENTE DE REGULARIDAD EN PLANTA Ipy.	1
	COEFICIENTE DE REGULARIDAD EN ALTURA Iay.	1

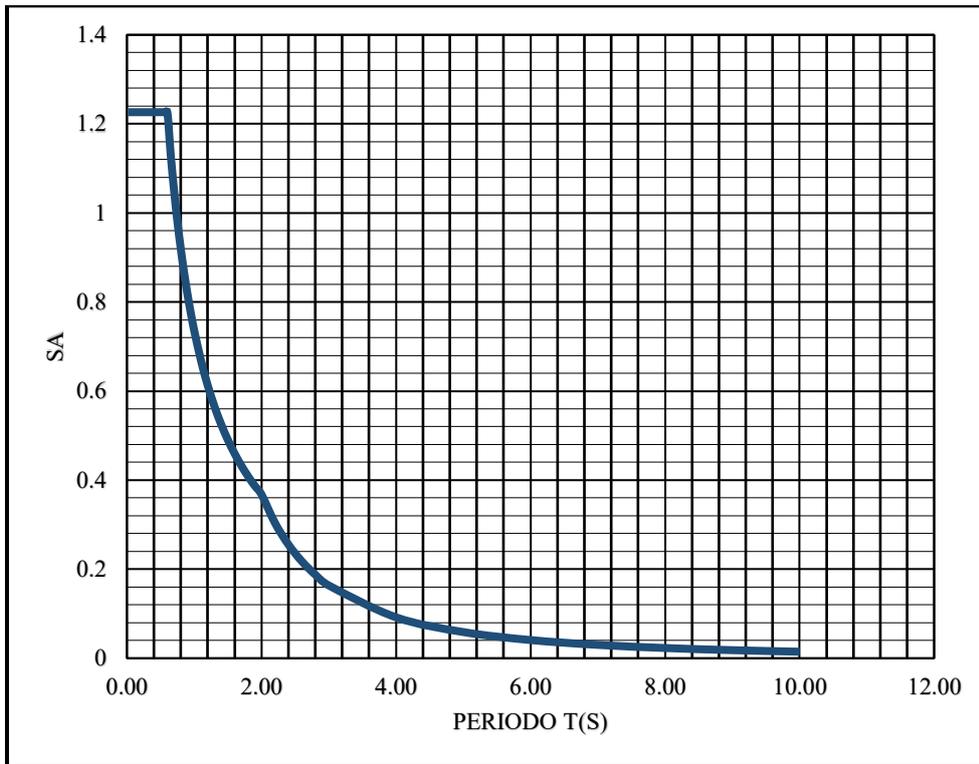
**Tabla 132***Parámetros-Espectro de Respuesta, Direcciones X e Y*

PARÁMETRO	FACTORES
Z	0.25
U	1
S	1.2
Rx	7
Ry	6
g	9.81

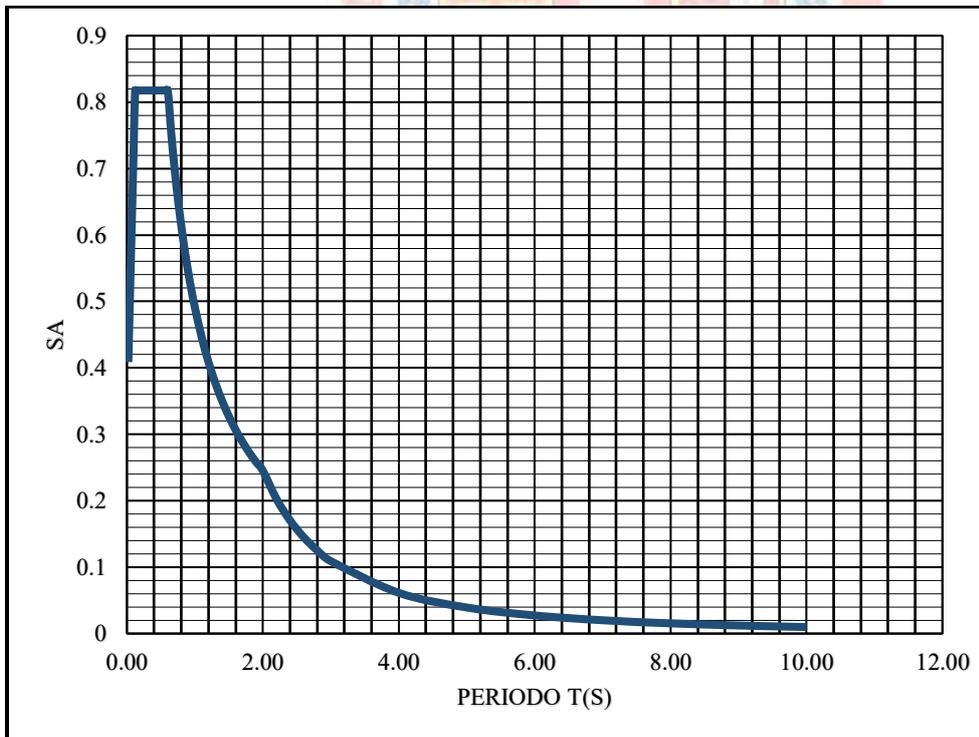
**Figura 22***Espectro de Respuesta en Dirección X-X*



**Figura 23**  
*Espectro de Respuesta en Dirección Y-Y*



**Figura 24**  
*Espectro de Respuesta en Dirección Z-Z*





#### 4.9.2.2. Factores de Irregularidad.

Las irregularidades presentes en un modelo son diversas, así mismo varios autores indican distintas formas de evaluar dichas irregularidades, en el capítulo anterior se pudo detallar el proceso de cálculo de irregularidades dentro del software Etabs donde se aprecia los criterios para poder evaluar la irregularidades según lo estipulado en la norma peruana E-030, es así que dentro de la plataforma de trabajo que ofrece Midas Gen este tiene módulos de cálculo de irregularidades de forma automática respecto a los criterios propios del programa y a ciertos límites permisibles que pueden ser colocados dentro de la plataforma de cálculo, es así que al definir el módulo de verificación de irregularidades se tiene que definir la normativa para el cálculos, en la versión 2019 se encuentran estipuladas las normas NTC2018, NTC2012, NTC2009, NTC2008, NSR-10 en las cuales se puede especificar el método de cálculo del Drift por piso y el Método cálculo de rigidez por piso.





## 4.9.2.2.1. Irregularidad por Piso blando.

Tabla 133

Verificación de Irregularidad por Piso Blando Eje X e Y (OJO)

VERIFICACIÓN POR IRREGULARIDAD DE PISO BLANDO 1											
NIVEL	Caso de	Desplaz (x)	Desplaz (y)	Cortante (x)	Cortante (y)	Rigidez (x)	Rigidez (y)	Verific	Verific	Verific	Verific
	Carga	Cm (cm)	Cm (cm)	Tonf	Tonf	Tonf/cm	Tonf/cm	X	X	Y	Y
Techo azotea	Sismo máx.	1.8741	1.2182	24.303	34.864	12.968	28.619				
Techo octavo nivel	Sismo máx.	1.768	1.1381	46.694	69.149	26.411	60.758	2.037		2.123	
Techo septimo nivel	Sismo máx.	1.6382	1.0429	65.737	99.146	40.127	95.068	1.519		1.565	
Techo sexto nivel	Sismo máx.	1.4802	0.9309	82.167	125.313	55.510	134.615	1.383	2.095	1.416	2.190
Techo quinto nivel	Sismo máx.	1.294	0.8033	96.395	147.830	74.494	184.029	1.342	1.831	1.367	1.901
Techo cuarto nivel	Sismo máx.	1.0829	0.6629	108.651	166.762	100.333	251.564	1.347	1.769	1.367	1.824
Techo tercer nivel	Sismo máx.	0.8528	0.5139	118.979	182.058	139.516	354.266	1.391	1.817	1.408	1.864
Techo segundo nivel	Sismo máx.	0.6128	0.362	127.236	193.565	207.631	534.709	1.488	1.982	1.509	2.031
Techo primer nivel	Sismo máx.	0.3768	0.2156	133.138	201.109	353.340	932.786	1.702	2.369	1.744	2.454
Techo semi sótano	Sismo máx.	0.1666	0.0877	136.121	204.428	817.051	2330.989	2.312	3.499	2.499	3.839



## 4.9.2.2.2. Irregularidad por Piso Débil.

Tabla 134

Verificación de Irregularidad por Piso Débil

Capacity Irregularity												
Story	Level (m)	Story Height (m)	Angle1 (deg)	Story Shear Strength1 (tonf)	Upper Story Shear Strength1 (tonf)	Story Shear Strength Ratio1	Remark 1	Angle2 (deg)	Story Shear Strength 2 (tonf)	Upper Story Shear Strength 2 (tonf)	Story Shear Strength Ratio2	Remark 2
Techo Azotea	23.7	2.6	0	307.3587	0	0	Regular	90	307.3587	0	0	Regular
Techo Octavo N.	21.1	2.6	0	307.3587	307.3587	1	Regular	90	307.3587	307.3587	1	Regular
Techo Séptimo N.	18.5	2.6	0	307.3587	307.3587	1	Regular	90	307.3587	307.3587	1	Regular
Techo Sexto N.	15.9	2.6	0	307.3587	307.3587	1	Regular	90	307.3587	307.3587	1	Regular
Techo Quinto N.	13.3	2.6	0	307.3587	307.3587	1	Regular	90	307.3587	307.3587	1	Regular
Techo Cuarto N.	10.7	2.6	0	307.3587	307.3587	1	Regular	90	307.3587	307.3587	1	Regular
Techo Tercer N.	8.1	2.6	0	307.3587	307.3587	1	Regular	90	307.3587	307.3587	1	Regular
Techo Segundo N.	5.5	2.6	0	307.3587	307.3587	1	Regular	90	307.3587	307.3587	1	Regular
Techo Primer N.	2.9	2.6	0	307.3587	307.3587	1	Regular	90	307.3587	307.3587	1	Regular
Techo Semi Sótano	0	2.9	0	307.3587	307.3587	1	Regular	90	307.3587	307.3587	1	Regular
Techo Azotea	-2.9	2.9	0	307.3587	307.3587	1	Regular	90	307.3587	307.3587	1	Regular

**4.9.2.2.3. Irregularidad de Masa.****Tabla 135**  
*Peso por Pisos*

<b>TABLE: Story Forces</b>				
<b>Story</b>	<b>Output Case</b>	<b>Case Type</b>	<b>Location</b>	<b>P (kgf)</b>
Techo Azotea	PESO SISMICO	Combination	Bottom	223640.9
Techo Octavo N.	PESO SISMICO	Combination	Bottom	449662.5
Techo Séptimo N.	PESO SISMICO	Combination	Bottom	675684
Techo Sexto N.	PESO SISMICO	Combination	Bottom	901705.6
Techo Quinto N.	PESO SISMICO	Combination	Bottom	1127727
Techo Cuarto N.	PESO SISMICO	Combination	Bottom	1353749
Techo Tercer N.	PESO SISMICO	Combination	Bottom	1579770
Techo Segundo N.	PESO SISMICO	Combination	Bottom	1805792
Techo Primer N.	PESO SISMICO	Combination	Bottom	2031813
Techo Semi Sótano	PESO SISMICO	Combination	Bottom	2244435
Techo Azotea	PESO SISMICO	Combination	Bottom	2565874

**Tabla 136**  
*Verificación Irregularidad de Masa*

<b>VERIFICACIÓN DE LA IRREGULARIDAD DE MASA O PESO</b>					
<b>Nivel</b>	<b>Peso Acumulado tonf</b>	<b>Peso Entrepiso tonf</b>	<b>Verificación</b>	<b>Verificación</b>	<b>Chequeo</b>
Techo Azotea	223.64	223.64		0.99	REGULAR
Techo Octavo N.	449.66	226.02	1.01	1.00	REGULAR
Techo Séptimo N.	675.68	226.02	1.00	1.00	REGULAR
Techo Sexto N.	901.71	226.02	1.00	1.00	REGULAR
Techo Quinto N.	1127.73	226.02	1.00	1.00	REGULAR
Techo Cuarto N.	1353.75	226.02	1.00	1.00	REGULAR
Techo Tercer N.	1579.77	226.02	1.00	1.00	REGULAR
Techo Segundo N.	1805.79	226.02	1.00	1.00	REGULAR
Techo Primer N.	2031.81	226.02	1.00	1.06	REGULAR
Techo Semi Sótano	2244.44	212.62	0.94		REGULAR

**4.9.2.2.1. Irregularidad Torsional.****Tabla 137***Verificación Irregularidad Torsional- Dir Y-Y*

VERIFICACIÓN DE LA IRREGULARIDAD TORSIONAL EJE Y					
NIVEL	CASO DE CARGA	MAX. DERIVA DIAFRA	DERIVA PROMEDIO	RELACION MENOR A 1.3	VERIFIC.
Techo Azotea	Cs- Dinámico	0.00037	0.00034	1.10324	Regular
Techo Octavo N.	Cs- Dinámico	0.00044	0.00041	1.09383	Regular
Techo Séptimo N.	Cs- Dinámico	0.00052	0.00048	1.09244	Regular
Techo Sexto N.	Cs- Dinámico	0.00059	0.00054	1.08856	Regular
Techo Quinto N.	Cs- Dinámico	0.00065	0.00060	1.08908	Regular
Techo Cuarto N.	Cs- Dinámico	0.00069	0.00063	1.08716	Regular
Techo Tercer N.	Cs- Dinámico	0.00070	0.00064	1.08723	Regular
Techo Segundo N.	Cs- Dinámico	0.00067	0.00062	1.08401	Regular
Techo Primer N.	Cs- Dinámico	0.00059	0.00054	1.09191	Regular
Techo Semi Sótano	Cs- Dinámico	0.00036	0.00031	1.13057	Regular

**Tabla 138***Verificación Irregularidad Torsional Dir X-X*

VERIFICACIÓN DE LA IRREGULARIDAD TORSIONAL EJE X					
NIVEL	CASO DE CARGA	MAX. DERIVA DIAFRA	DERIVA PROMEDIO	RELACION MENOR A 1.3	VERIFIC.
Techo Azotea	Cs- Dinámico	0.00052	0.00047	1.09746	Regular
Techo Octavo N.	Cs- Dinámico	0.00063	0.00057	1.09930	Regular
Techo Séptimo N.	Cs- Dinámico	0.00076	0.00070	1.09784	Regular
Techo Sexto N.	Cs- Dinámico	0.00089	0.00081	1.09852	Regular
Techo Quinto N.	Cs- Dinámico	0.00100	0.00091	1.09847	Regular
Techo Cuarto N.	Cs- Dinámico	0.00109	0.00099	1.09899	Regular
Techo Tercer N.	Cs- Dinámico	0.00113	0.00103	1.09815	Regular
Techo Segundo N.	Cs- Dinámico	0.00111	0.00101	1.09703	Regular
Techo Primer N.	Cs- Dinámico	0.00097	0.00089	1.08661	Regular
Techo Semi Sótano	Cs- Dinámico	0.00062	0.00058	1.07639	Regular



**Tabla 139**  
*Verificación por Esquinas Entrantes*

VERIFICACIÓN IRREGULARIDAD POR ESQUINAS ENTRANTES						
Longitud de Esquina Entrante (m)	Longitud Eje "X" (m)	Longitud Eje "Y" (m)	% "X"	% "Y"	Irregularidad "X"	Irregularidad "Y"
3	21.7	25.7	13.82	11.67	REGULAR	REGULAR

**Tabla 140**  
*Cortante Dinámica por Pisos*

**TABLE: Story Forces**

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P kgf	VX kgf	VY kgf
Techo Azotea	Cs-dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0.001401	22262	34802
Techo Octavo N.	Cs-dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0.001222	43825	69575
Techo Séptimo N.	Cs-dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0.001132	61941	100090
Techo Sexto N.	Cs-dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0.00127	77553	126690
Techo Quinto N.	Cs-dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0.001667	91121	149610
Techo Cuarto N.	Cs-dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0.002246	102890	168920
Techo Tercer N.	Cs-dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0.002967	112950	184560
Techo Segundo N.	Cs-dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0.00371	121210	196390
Techo Primer N.	Cs-dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0.004436	127470	204210
Techo Semi Sótano	Cs-dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0.01	<b>131430</b>	<b>208180</b>
Techo Azotea	Cs-dinámico	LinRespSpec	Max	Top	0.01	132120	208950

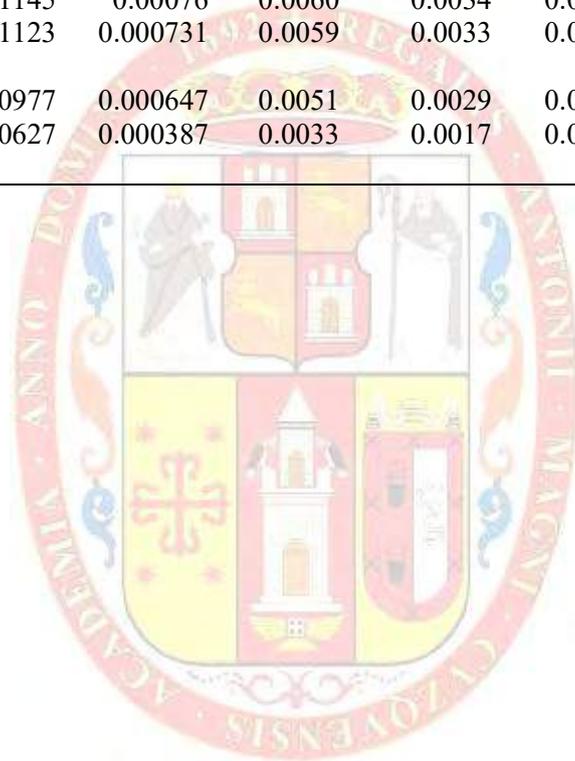
**Tabla 141**  
*Escalamiento de Fuerzas Cortantes*

	Cortante basal estático	Cortante basal dinámico	Sistema	Coeficientes
Dir X-X	156.444925	131.43	Regular	0.9522631
Dir Y-Y	269.459	208.18	Regular	1.03548468



**Tabla 142**  
*Verificación de Derivas Máximas*

VERIFICACIÓN DE LAS DERIVAS							
Nivel	Deriva (X)	Deriva (Y)	Derivas Laterales (X)	Derivas Laterales (Y)	Deriva Max.	Verif. Deriva (X)	Verif. Deriva (Y)
Techo Azotea	0.000523	0.000408	0.0027	0.0018	0.0070	Cumple	Cumple
Techo Octavo N.	0.000638	0.000483	0.0033	0.0022	0.0070	Cumple	Cumple
Techo Séptimo N.	0.000773	0.000566	0.0041	0.0025	0.0070	Cumple	Cumple
Techo Sexto N.	0.000904	0.000643	0.0047	0.0029	0.0070	Cumple	Cumple
Techo Quinto N.	0.001017	0.000706	0.0053	0.0032	0.0070	Cumple	Cumple
Techo Cuarto N.	0.001102	0.000748	0.0058	0.0034	0.0070	Cumple	Cumple
Techo Tercer N.	0.001145	0.00076	0.0060	0.0034	0.0070	Cumple	Cumple
Techo Segundo N.	0.001123	0.000731	0.0059	0.0033	0.0070	Cumple	Cumple
Techo Primer N.	0.000977	0.000647	0.0051	0.0029	0.0070	Cumple	Cumple
Techo Semi Sótano	0.000627	0.000387	0.0033	0.0017	0.0070	Cumple	Cumple





CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS DE EDIFICACIÓN REPRESENTATIVA POR ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN

5.1. Cálculo de Creep- Fluencia del Concreto Según ACI 209R-92

$$C_t = C_u K_t K_a K_h K_{th} K_s K_f K_e$$

El comité ACI recomienda que el valor de  $C_u$  se encuentra entre 1.3 y 4.15 por lo que recomienda el promedio de dichos valores.

$$C_u := \frac{1.3 + 4.15}{2} = 2.725$$

Coefficiente de Duración de Carga  $K_t$

$$t := 1825 \cdot \text{day}$$

$$K_t := \frac{t^{0.6}}{10 \cdot \text{day}^{0.6} + t^{0.6}} = 0.901$$

t: Tiempo en días después de la aplicación de la carga.

Coefficiente de Edad de Carga  $K_a$

$$t_i := 10 \text{ day}$$

$$K_a := 1.13 \cdot \left(\frac{t_i}{\text{day}}\right)^{-0.118} = 0.861$$

Para concreto curado con vapor

$$K_a := 1.25 \cdot \left(\frac{t_i}{\text{day}}\right)^{-0.118} = 0.953$$

Para concreto curado en la humedad

Coefficiente de humedad relativa,  $K_h$

$$H := 60\%$$

$$K_h := \left\| \begin{array}{l} \text{if } H > 40\% \\ \left\| 1.27 - 0.0067 \cdot H \cdot 100 \right\| \\ \text{else} \\ \left\| 0.60 \right\| \end{array} \right\| = 0.868$$

H: humedad relativa en porcentaje

Coefficiente del mínimo espesor del Miembro.  $K_{th}$



$$e := 12 \cdot in$$

e: espesor mínimo del miembro

$$K_{th} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } e > 6 \cdot in \\ \left\| \begin{array}{l} 0.82 - \left( \frac{12 \cdot in - e}{6 \cdot in} \right) \cdot (0.82 - 1) \\ \text{else} \\ 1 \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = 0.82$$

Coefficiente de revenimiento del concreto,  $K_s$

$$r := 3 \text{ in}$$

e: revenimiento en pulgadas

$$K_s := \frac{0.0699 \cdot r}{in} + 0.8106 = 1.02$$

Coefficiente de finos,  $K_f$

$$f := 34\% \quad f: \text{porcentaje de finos en peso}$$

$$K_f := 0.25 \cdot f + 0.875 = 0.96$$

Coefficiente del contenido del aire,  $K_e$

$$a := 5\% \quad a: \text{porcentaje de aire de la mezcla}$$

$$K_e := \left\| \begin{array}{l} \text{if } a > 6\% \\ \left\| \begin{array}{l} 8.5 \cdot a + 0.4917 \\ \text{else} \\ 1 \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = 1$$

Para concretos con contenidos de entre 5.557- 8.899 bolsas por metro cubico no es necesario tomar en cuenta el contenido de cemento.

$$L := \frac{470 \text{ lbf}}{50 \text{ yd}^3} = 5.577 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$L := \frac{750 \text{ lbf}}{50 \text{ yd}^3} = 8.899 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$C_t := C_u \cdot K_i \cdot K_a \cdot K_h \cdot K_{th} \cdot K_s \cdot K_f \cdot K_e = 1.473$$



En consecuencia, la deformación por flujo plástico probable es 1.473 veces mayor que la deformación clásica inicial.

## 5.2. Shrinkage - Retracción Del Concreto

$$\varepsilon_{sh} = \varepsilon_{shu} S_t S_h S_{th} S_s S_f S_e S_c$$

Deformación de contracción ultima  $\varepsilon_{sh}$

El comité 209 del ACI, encontró que  $\varepsilon_{shu}$  puede variar ampliamente, encontró que está comprendido entre 0.000415 y 0.00107, con valores medios de 0.00080 para concreto curado en la humedad o 0.00073 para el concreto curado con vapor. Se debe suponer estos valores promedios solamente en ausencia de datos más exactos para el concreto que se va a utilizar.

$$\varepsilon_{shu} := \frac{0.000415 + 0.00107}{2} = 7.425 \cdot 10^{-4}$$

Coefficiente del tiempo de contracción,  $S_t$

En cualquier momento después de una edad de 7 días, para el concreto curado en la humedad

$$t := 1825 \cdot \text{day}$$

t: Tiempo en días desde una edad de 7 días.

$$S_{t1} := \frac{t}{35 + \frac{t}{\text{day}}} = 0.981$$

En cualquier momento después de una edad de 1 a 3 días para el concreto curado con vapor.

$$t := 31 \cdot \text{day}$$

$$S_{t2} := \frac{t}{55 + \frac{t}{\text{day}}} = 0.36$$

Para el cálculo de la contracción en un periodo fuera de los 7 días en el caso de curado en humedad simplemente se realiza la resta haciendo uso de las fórmulas anteriormente expuestas, por ejemplo si quisiéramos calcular la contracción del primer mes al año entonces



restamos la retracción de los 7 días al año menos la retracción de los 7 días al mes, este procedimiento es válido tanto para curado en vapor como en humedad, para el cálculo de la retracción del concreto en el día 1 se multiplica la contracción por 1.2 para un día y por uno a los 7 días, en este rango se puede usar una interpolación.

Coeficiente de humedad relativa,  $S_h$

$$H := 60\%$$

H: humedad relativa en tanto por ciento

$$S_h := \begin{cases} \text{if } H > 80\% \\ \quad \left| \left| 3 - 3 \cdot H \right| \right| \\ \text{else} \\ \quad \left| \left| 1.4 - 1 \cdot H \right| \right| \end{cases} = 0.8$$

Coeficiente del espesor mínimo del miembro,  $S_{th}$

$$e := 9 \cdot in$$

$$S_{th} := \begin{cases} \text{if } e > 6 \cdot in \\ \quad \left| \left| 0.84 - \left( \frac{9 \cdot in - e}{6 \cdot in} \right) \cdot (0.84 - 1) \right| \right| \\ \text{else} \\ \quad \left| \left| 1 \right| \right| \end{cases} = 0.84$$

Coeficiente de revenimiento del concreto,  $S_s$

$$r := 3 \text{ in} \quad r: \text{ revenimiento del concreto en pulgadas}$$

$$S_s := \frac{0.0398 \cdot r}{in} + 0.8911 = 1.011$$

Coeficiente de finos,  $S_f$

$$f := 34\% \quad f: \text{ Porcentaje de finos en peso}$$

$$S_f := -4 \cdot f^2 + 5 \cdot f - 0.5 = 0.738$$

Coeficiente del contenido de aire,  $S_e$

$$a := 5\% \quad a: \text{ Porcentaje de finos en peso}$$

$$S_e := 0.8214 \cdot a + 0.9486 = 0.99$$



Factor de contenido de cemento,  $S_c$

$$c := 356 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad c: \text{ contenido de cemento por metro cubico}$$

$$S_c := 0.0007 \cdot c \cdot \frac{\text{m}^3}{\text{kgf}} + 0.7271 = 0.976$$

$$v := 1 \frac{\text{lb}_f}{\text{yd}^3} = 0.593 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$\varepsilon_{sh} := \varepsilon_{shu} \cdot S_{tl} \cdot S_h \cdot S_{th} \cdot S_s \cdot S_f \cdot S_g \cdot S_c = 3.526 \cdot 10^{-4}$$

### 5.3. Modelamiento por Etapas Constructivas-Etabs

Se toma como punto de partida el modelamiento y análisis convencional con Etabs, al que se le añaden las consideraciones necesarias para el análisis por secuencia constructiva que se detalla a continuación:

#### 5.3.1. Definición de Propiedades del Concreto Dependiente del Tiempo

En los que se agrega al análisis las propiedades de Creep y Shrinkage, la Norma ACI 209R-92, así como también parámetros referentes a la humedad, tipo de curado, slump, porcentaje de finos del agregado, dosificación de cemento, contenido de aire.

**Figura 25**

*Definición de Propiedades del Concreto Dependientes del Tiempo*

The screenshot shows the 'Time Dependent Properties for Concrete' dialog box. It is divided into several sections:

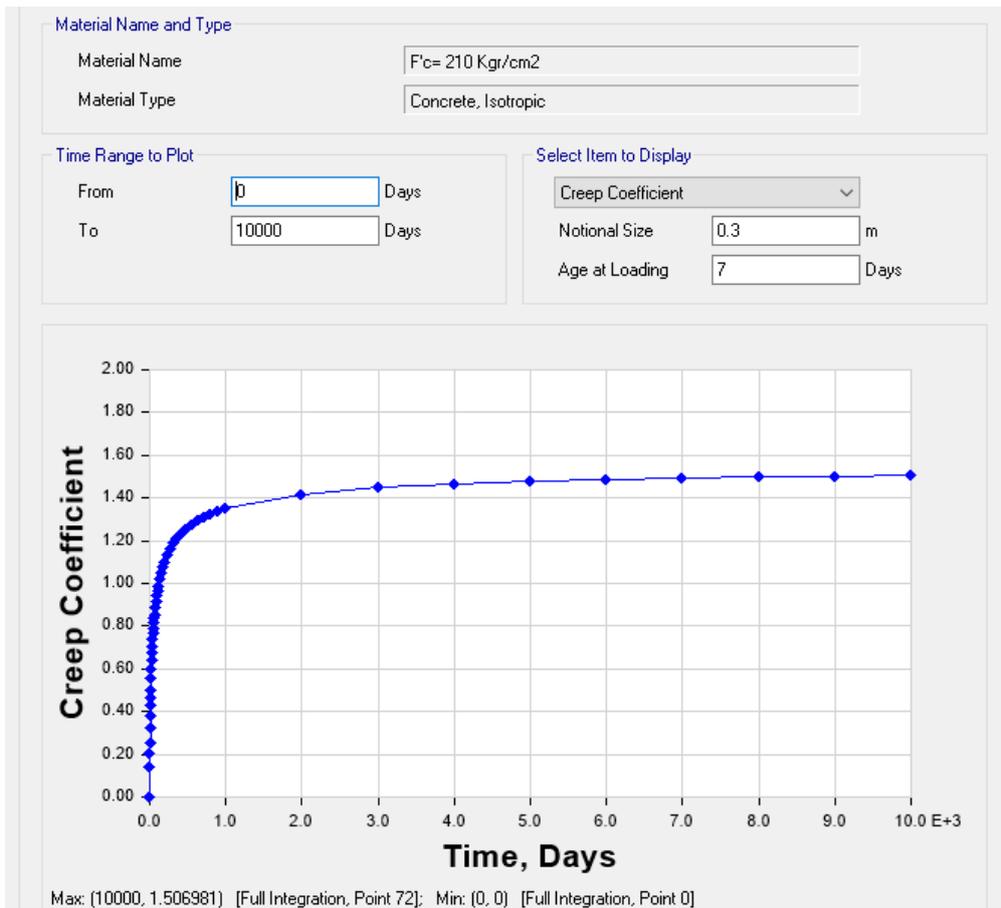
- Material Name and Type:** Material Name: F'c= 210 Kgr/cm2; Material Type: Concrete, Isotropic.
- Time Dependence Considered For:**
  - Compressive Strength and Stiffness (Modulus of Elasticity)
  - Creep
  - Shrinkage
- Creep Analysis Type:**
  - Full Integration
  - Dirichlet Series
- Time Dependent Type:** Current Time Dependent Type: ACI 209R-92.
- ACI 209R-92 Parameters:**
  - Relative Humidity, %: 47
  - Shrinkage Start Age, days: 7
  - Compressive Strength Factor, a: (empty)
  - Compressive Strength Factor, Beta: (empty)
  - Curing Type: Moist Cure
  - Slump: 0.06858 m
  - Fine Aggregate Percentage: 50 %
  - Air Content: 6 %
  - Cement Content, lb/yd3: 700

Buttons at the bottom include 'Show Plot...', 'OK', and 'Cancel'.

Se define el tipo de carga: Nonlinear Staged Construcción, se selecciona la consideración de la propiedad del material dependiente del tiempo, así mismo los grupos de cada etapa de construcción acorde a los resultados obtenidos del capítulo recopilación de datos.

**Figura 26**

*Definición del Creep en el Tiempo*



### 5.3.2. Definición de Caso de Carga-Secuencia Constructiva Time

Se define el caso de carga denominada “Secuencia Constructiva Time”, en el que se selecciona el Load Case Type: NonLinearStagedConstruction, asimismo se asignan los grupos de cada etapa constructiva como se muestra en la figura siguiente:



**Figura 27**  
*Definición del Caso de Carga-Secuencia Constructiva Time*

ET Load Case Data

**General**

Load Case Name:  Design...

Load Case Type:  Notes...

Mass Source:

Analysis Model:

**Initial Conditions**

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case:

**Stage Definition**

Stage Number	Stage Name	Duration, Days	Provide Output	User Comment	Number Operations
1	COL_WALL_SOTANO	1	Yes		4
2	VIG_LOSA_SOTANO	1	Yes		4
3	COL_WALL_N1	1	Yes		4
4	VIG_LOSA_N1	1	Yes		4
5	COL_WALL_N2	1	Yes		4
6	VIG_LOSA_N2	1	Yes		4
7	COL_WALL_N3	1	Yes		4

Stage Operations... Tree View... Auto Rename

**Other Parameters**

Geometric Nonlinearity Option:

Results Saved:  Modify/Show...

Nonlinear Parameters:  Modify/Show...

Material Properties Are Time Dependent

El modelamiento se realizó con 24 etapas constructivas, 2 por cada nivel (1 nivel sótano, 1 nivel semisótano y 9 niveles de superestructura netamente, lo que asciende a 11 pisos), además de ello se consideraron 2 etapas para la evaluación del modelo a lo largo del tiempo como se muestra:

**Figura 28***Definición de las Grupos Asumidos por Etapa Constructiva***ET** Staged Construction Tree - Secuencia\_Construcciona\_Time

+	STAGE COL_WALL_SOTANO:	Start Time = 0 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE VIG_LOSA_SOTANO:	Start Time = 1 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE COL_WALL_N1:	Start Time = 2 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE VIG_LOSA_N1:	Start Time = 3 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE COL_WALL_N2:	Start Time = 4 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE VIG_LOSA_N2:	Start Time = 5 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE COL_WALL_N3:	Start Time = 6 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE VIG_LOSA_N3:	Start Time = 7 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE COL_WALL_N4:	Start Time = 8 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE VIG_LOSA_N4:	Start Time = 9 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE COL_WALL_N5:	Start Time = 10 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE VIG_LOSA_N5:	Start Time = 11 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE COL_WALL_N6:	Start Time = 12 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE VIG_LOSA_N6:	Start Time = 13 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE COL_WALL_N7:	Start Time = 14 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE VIG_LOSA_N7:	Start Time = 15 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE COL_WALL_N8:	Start Time = 16 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE VIG_LOSA_N8:	Start Time = 17 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE COL_WALL_N9:	Start Time = 18 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE VIG_LOSA_N9:	Start Time = 19 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE COL_WALL_N10:	Start Time = 20 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE VIG_LOSA_N10:	Start Time = 21 Days;	Duration = 1 Days;	Provide Output
+	STAGE 100 Days:	Start Time = 22 Days;	Duration = 100 Days;	Provide Output
+	STAGE 10000 Days:	Start Time = 122 Days;	Duration = 10000 Days;	Provide Output

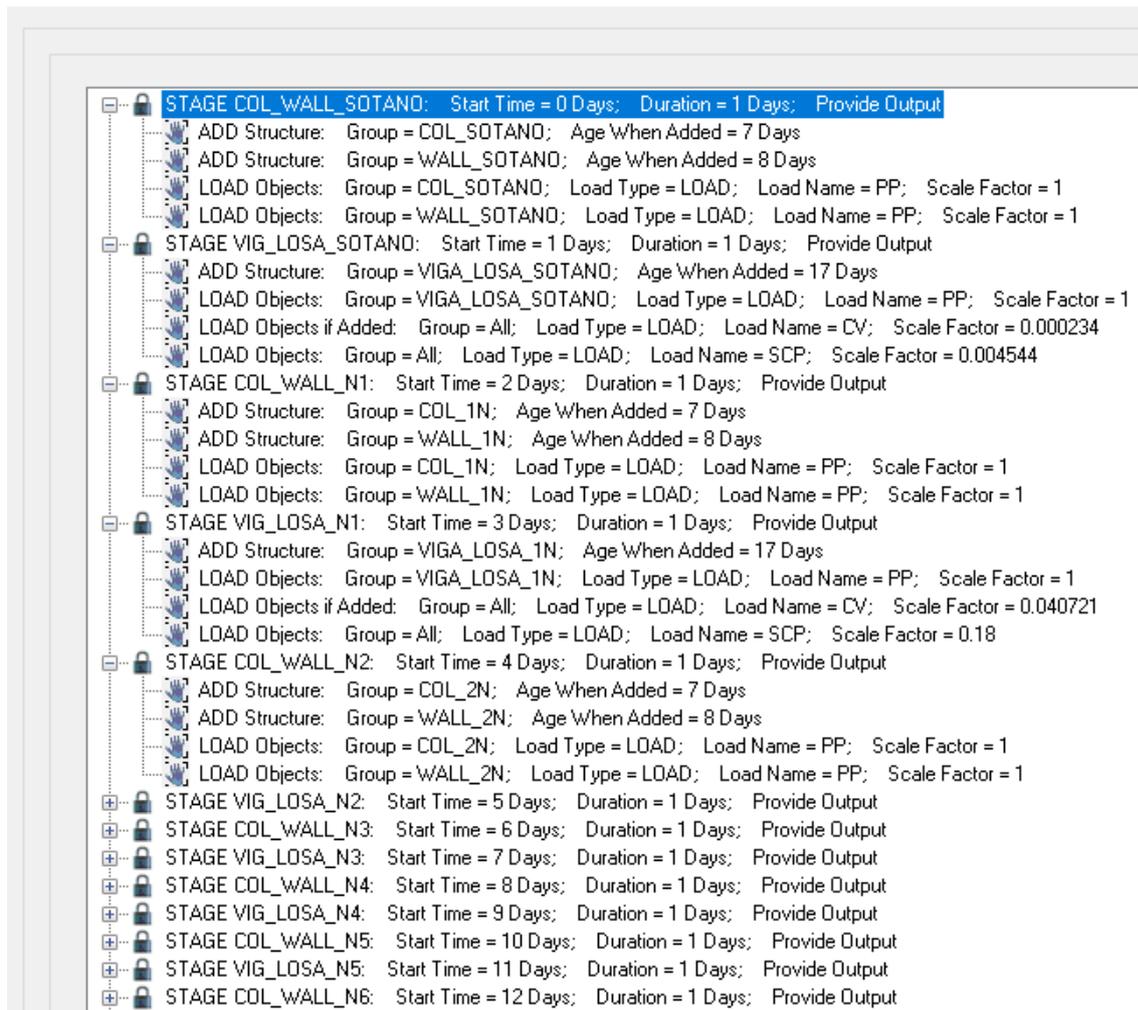
Cada grupo el cual representa una etapa constructiva, por nivel se requiere de 2 grupos los que se detallan de la siguiente manera:

Grupo: Columnas y Muros de Corte

Grupo: Losa y vigas

**Figura 29**  
*Detalle de Grupos o Etapas Definidas*

**ET** Staged Construction Tree - Secuencia\_Cosntructiva\_Time



Cada grupo o etapa de construcción debe ser dotado del número de días, momento en el cual se activa tal etapa, y se podrá calcular las propiedades de creep y shrinkage; para el modelo al grupo columnas y muros de corte se activa a los 7 días, así como a la viga y losa a los 8 días después, como se muestra en la figura siguiente:



Figura 30  
Detalle de Definición de Grupos o Etapas

Stage Data

Operation	Object Type	Object Name	Age at Add, days	Type	Name	Scale Factor
Add Structure	Group	COL_SOTANO	7			
Add Structure	Group	WALL_SOTANO	8			
Load Objects	Group	COL_SOTANO		Load Pattern	PP	1
Load Objects	Group	WALL_SOTANO		Load Pattern	PP	1

Stage Name: COL\_WALL\_SOTANO Stage: 1 of 24

Show Stage Tree...  
OK Cancel

### 5.3.3. Desplazamientos por Ejes

Figura 31  
Desplazamientos por Ejes-Secuencia Constructiva a los 10000 Días

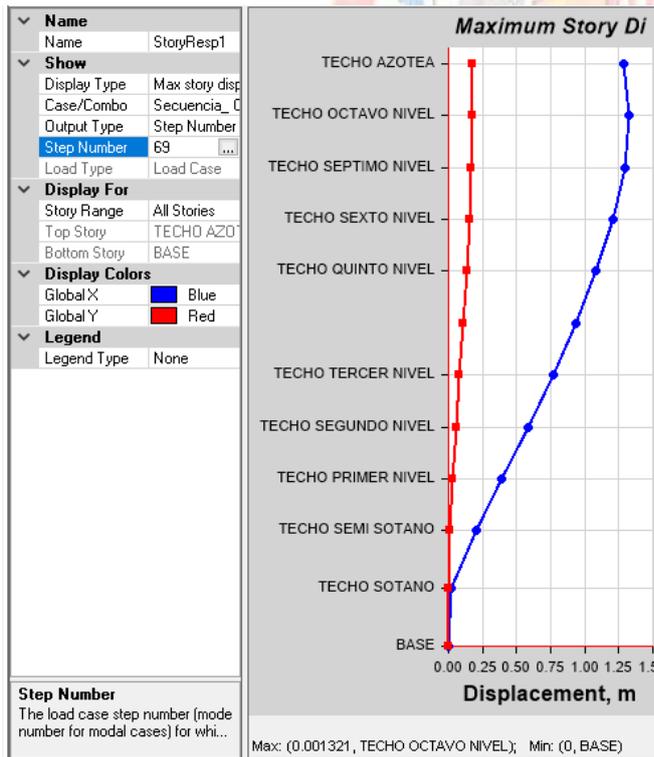




Figura 32 Desplazamientos por Ejes-Secuencia Constructiva Terminada la Ultima Etapa

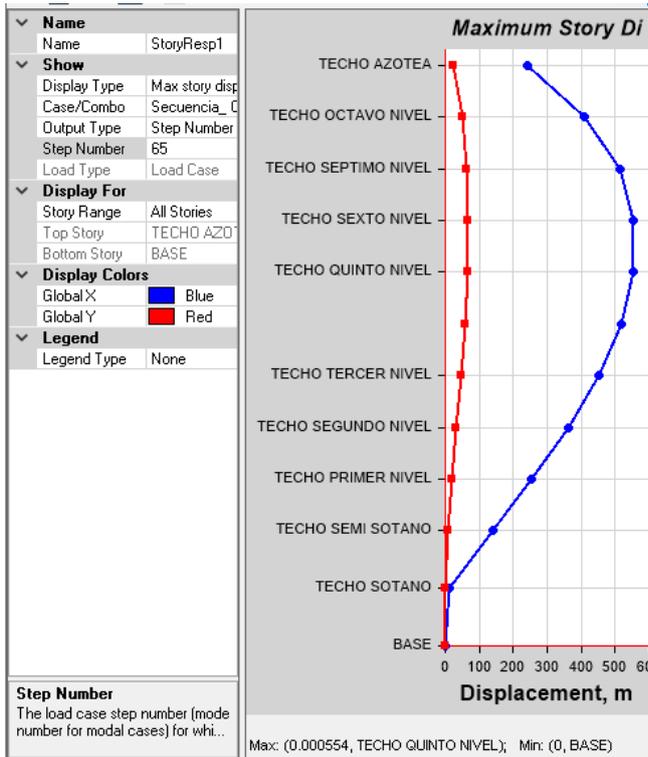
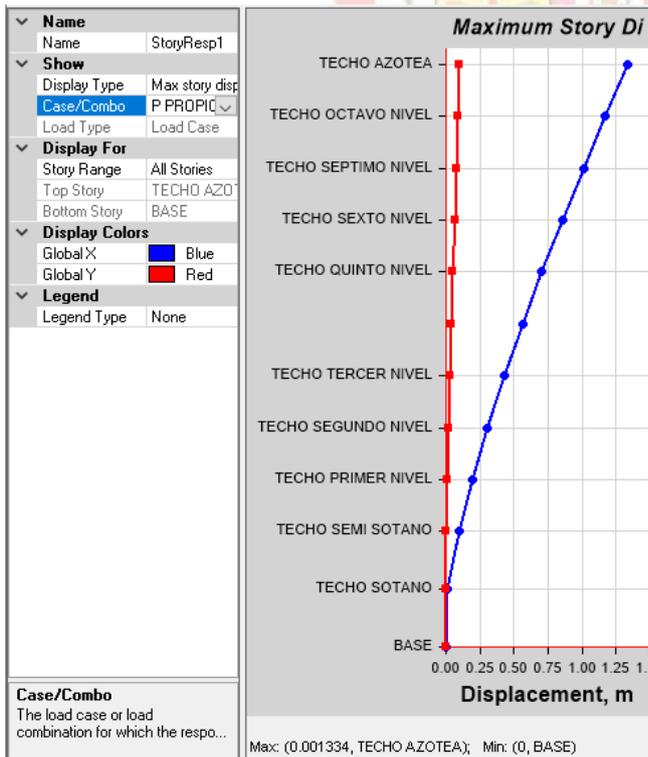
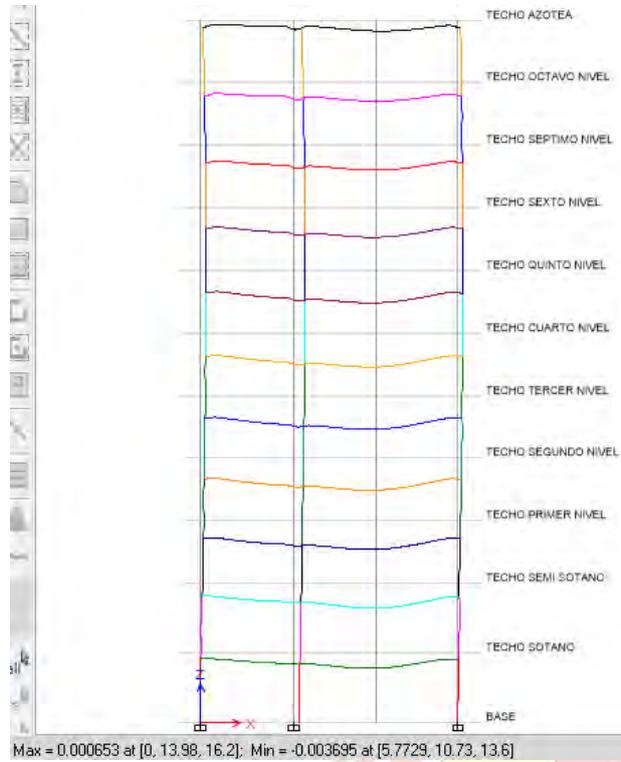


Figura 33 Desplazamientos por Ejes-Peso Propio

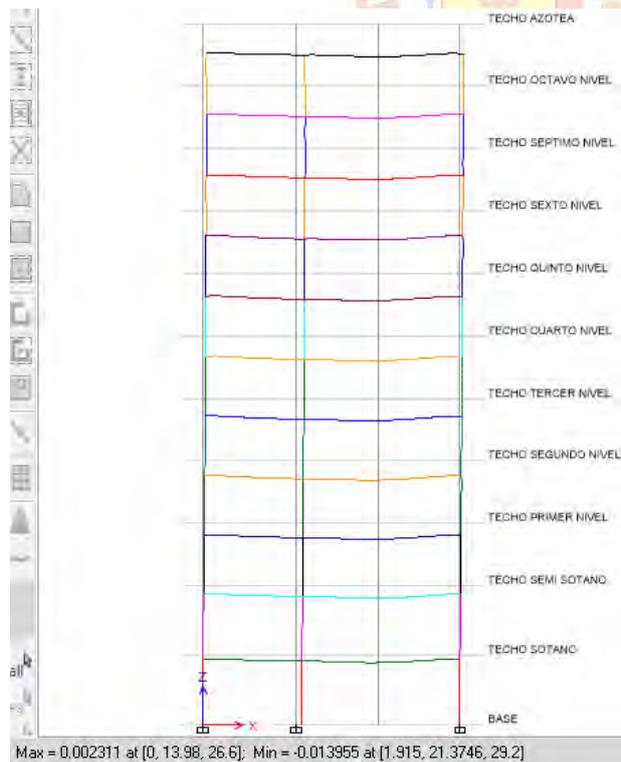


### 5.3.4. Desplazamientos Totales

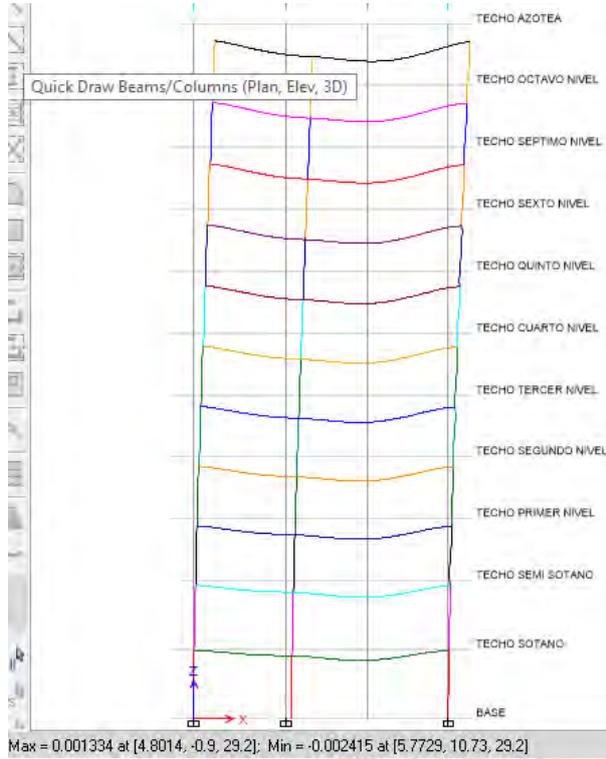
**Figura 34**  
*Desplazamientos Totales-Etapas Constructivas*



**Figura 35**  
*Desplazamientos Totales-Secuencia Constructiva a los 10000 Días*

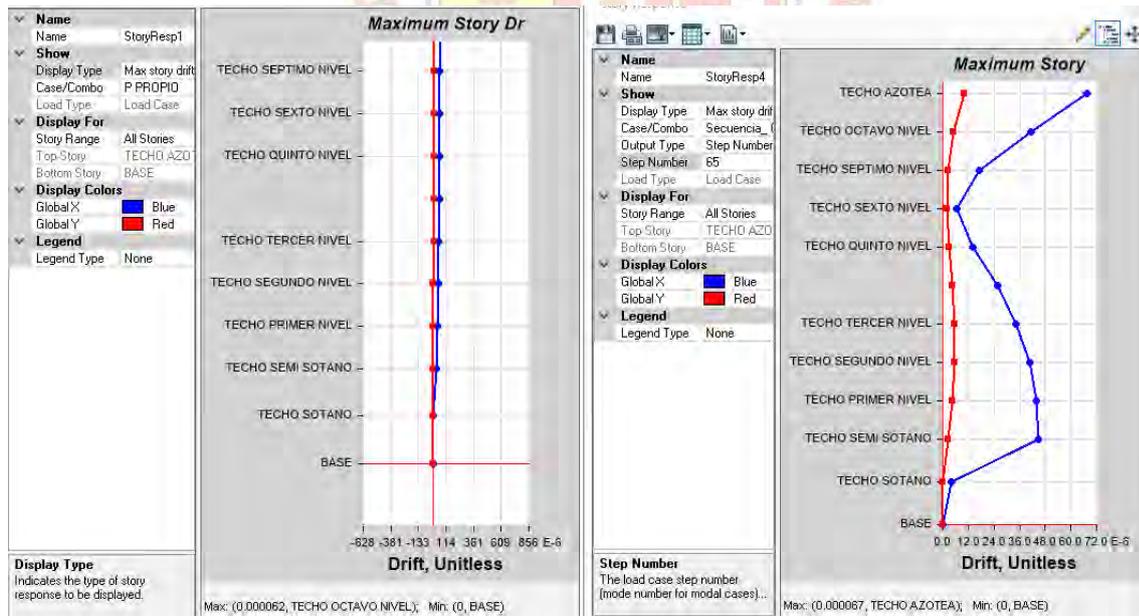


**Figura 36**  
*Desplazamientos Totales-Peso Propio*



5.3.5. Derivas

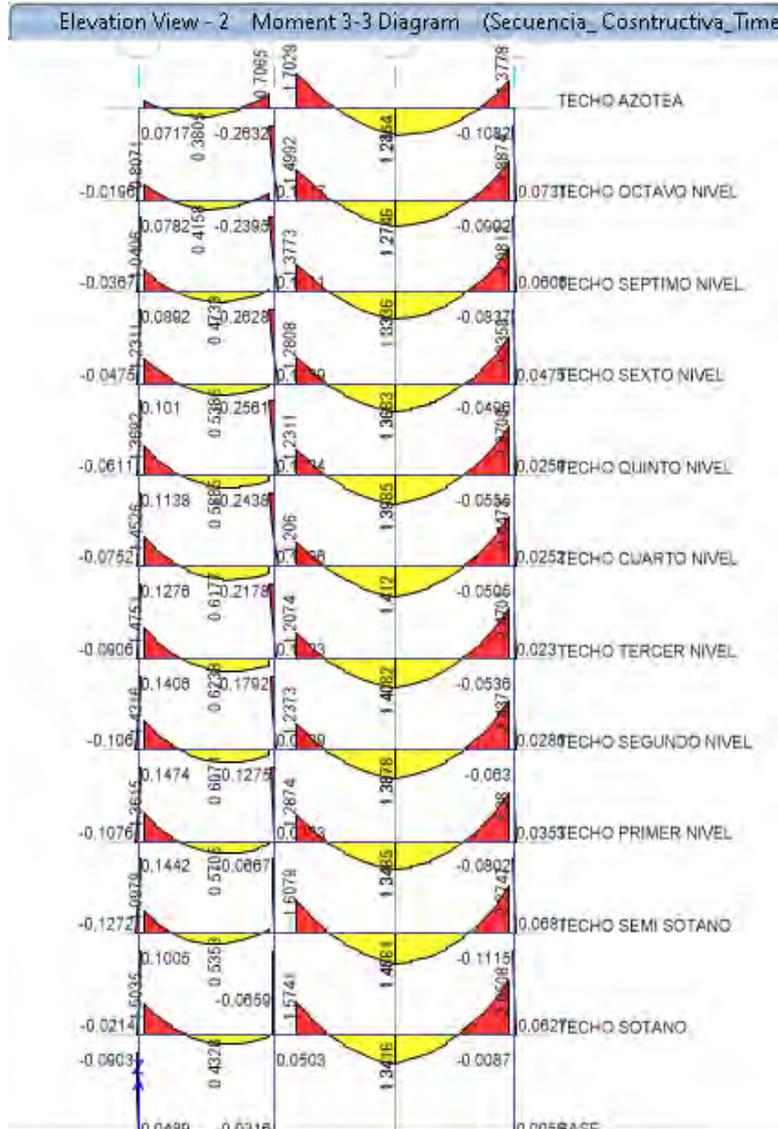
**Figura 37**  
*Derivas-Peso Propio vs Secuencia Constructiva*



### 5.3.6. Momentos

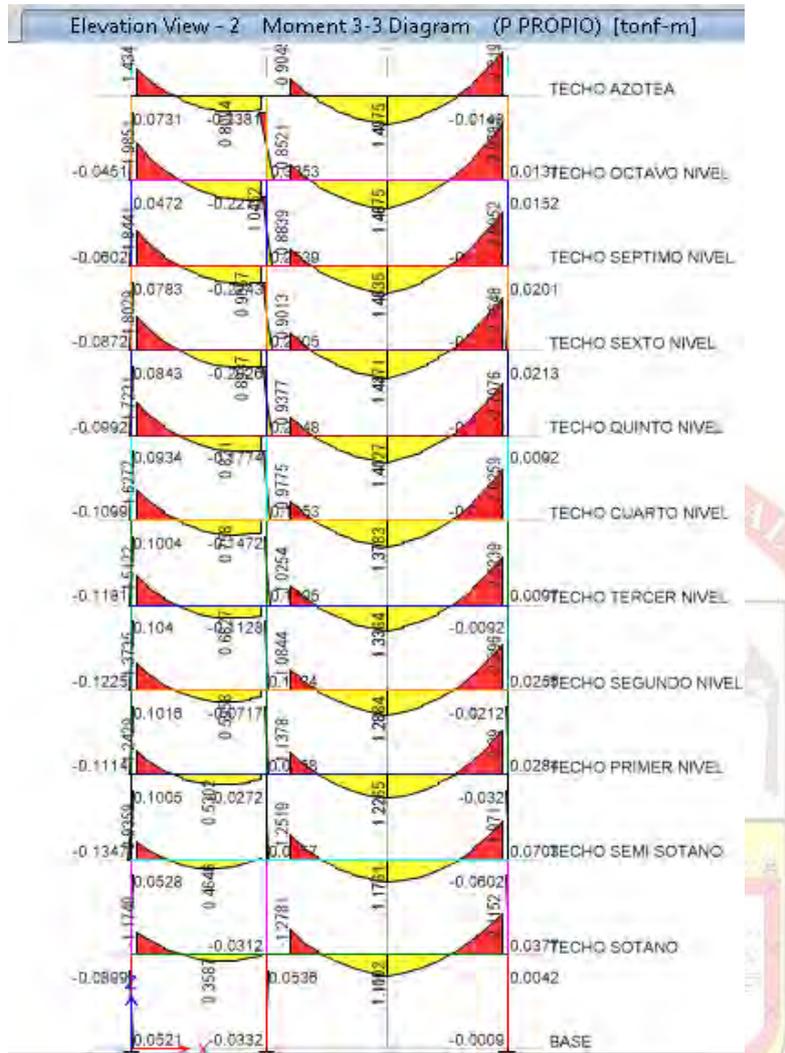
#### 5.3.6.1. Momentos en Vigas

**Figura 38**  
Momentos en Elementos Frame-Secuencia Constructiva-Elevación 2

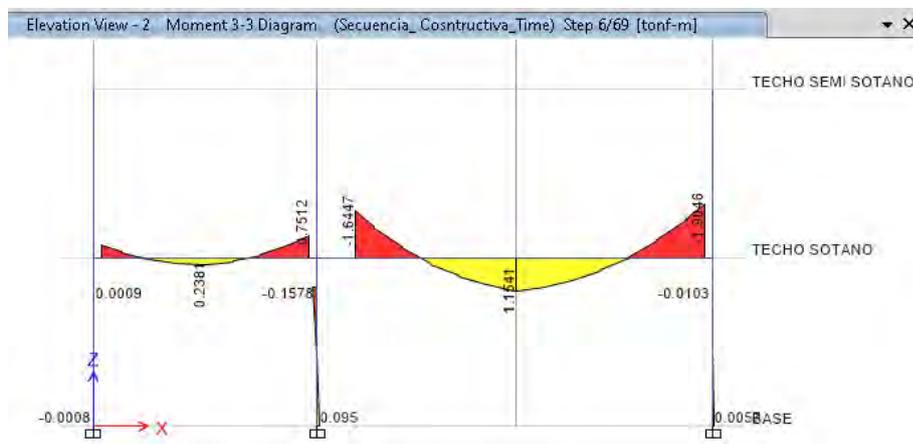


La comparativa del modelo en la etapa final Nro.24 a realizar es versus el mismo modelo con el caso de carga Peso Propio, la que se realiza a continuación, así como también el modelo en las etapas de construcción en etapas primarias e intermedias para poder apreciar de mejor manera la evolución de las fuerzas actuantes en el elemento dado.

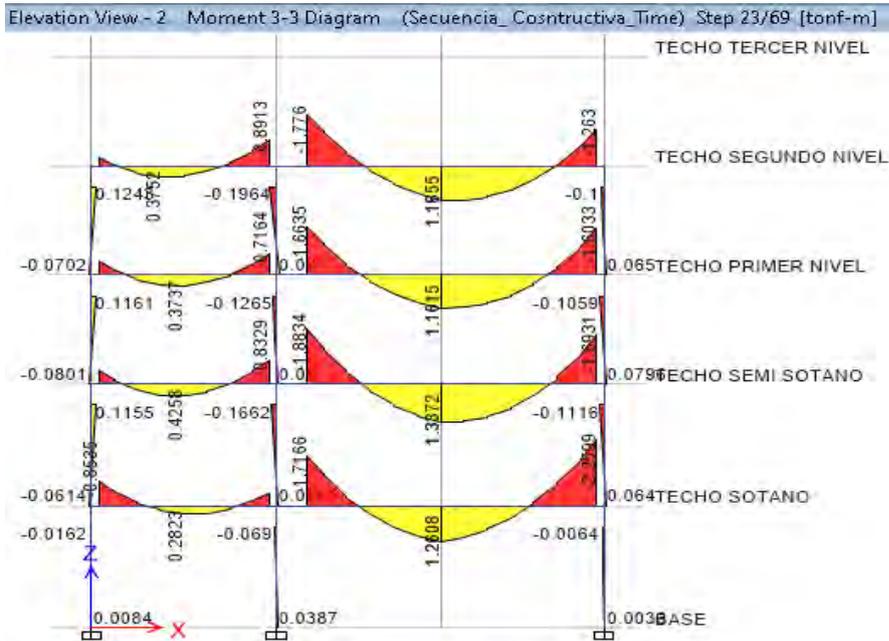
**Figura 39**  
*Momentos en Elementos Frame-PP-Elevación 2*



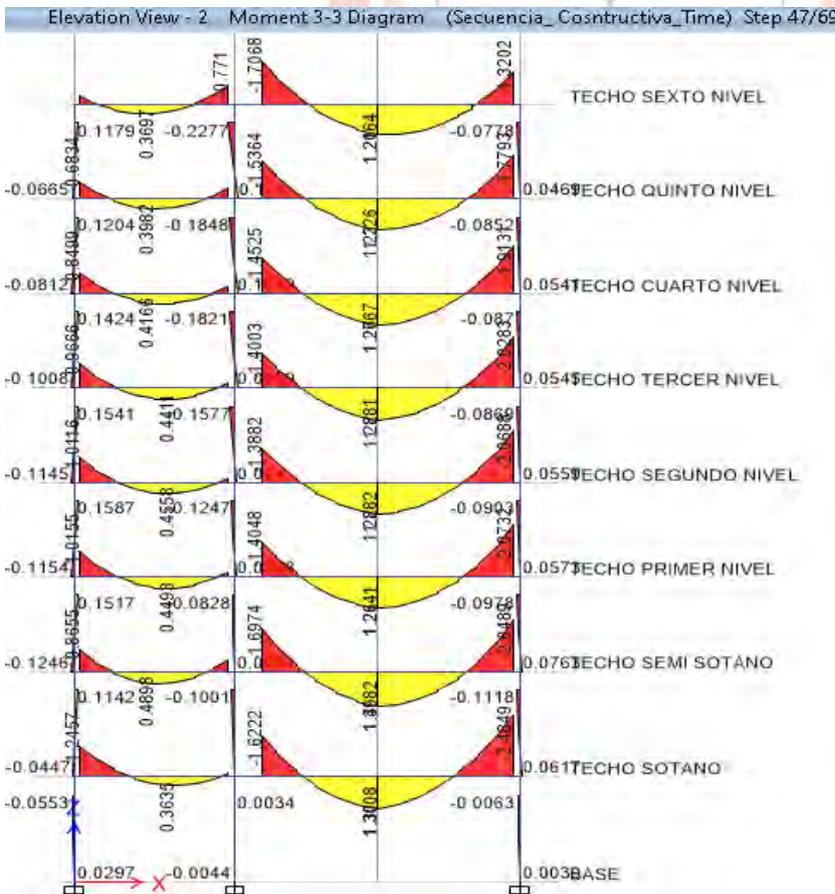
**Figura 40**  
*Momentos en Elementos Frame-Secuencia Constructiva-Elevación 2-Step6/69*



**Figura 41**  
*Momentos en Elementos Frame-Secuencia Constructiva-Elevación 2-Step 23/69*



**Figura 42**  
*Momentos en Elementos Frame-Secuencia Constructiva-Elevación 2-Step 47/69*

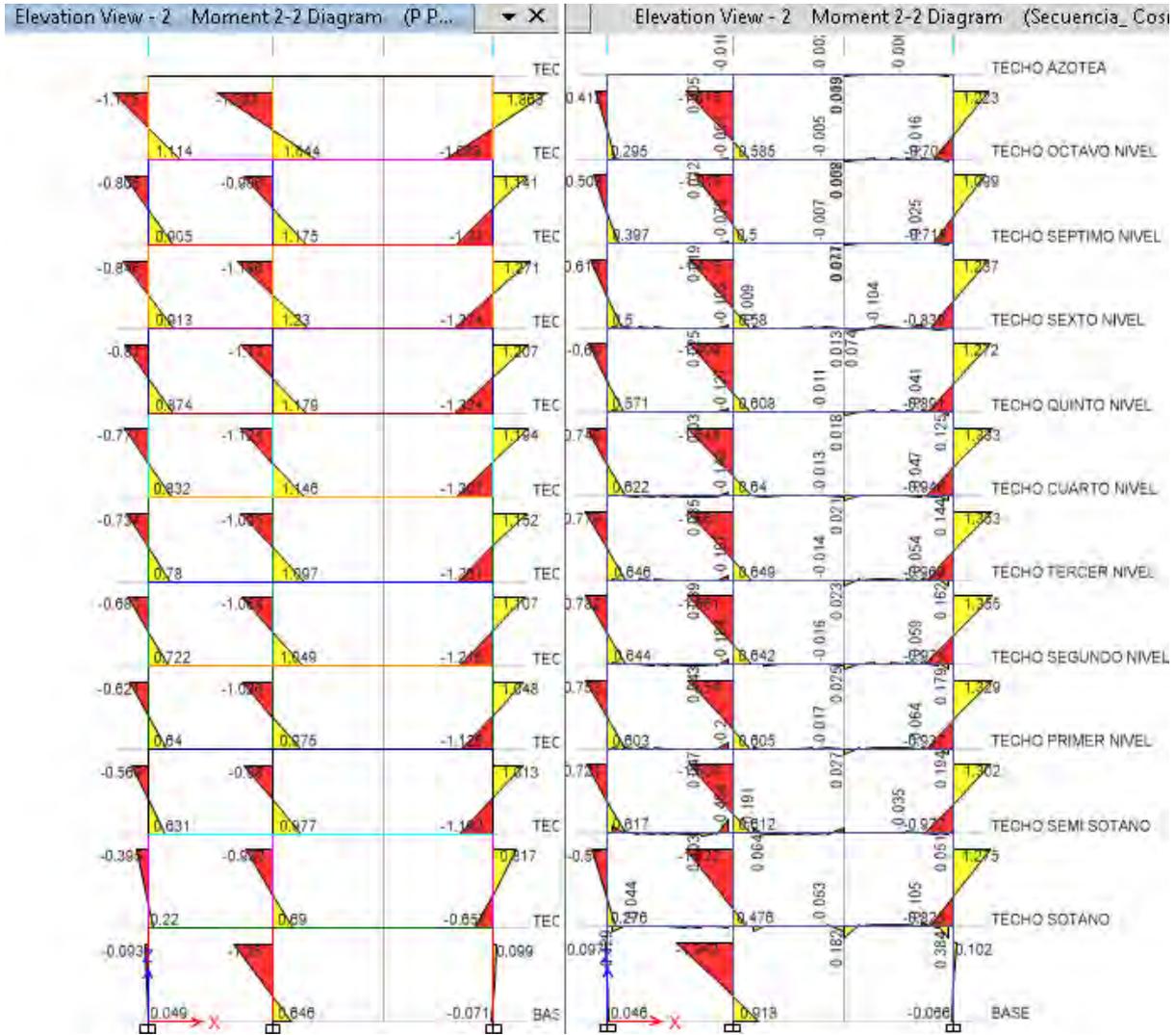


De las figuras precedentes podemos apreciar los siguiente:

5.3.6.2. *Momento en Columnas*

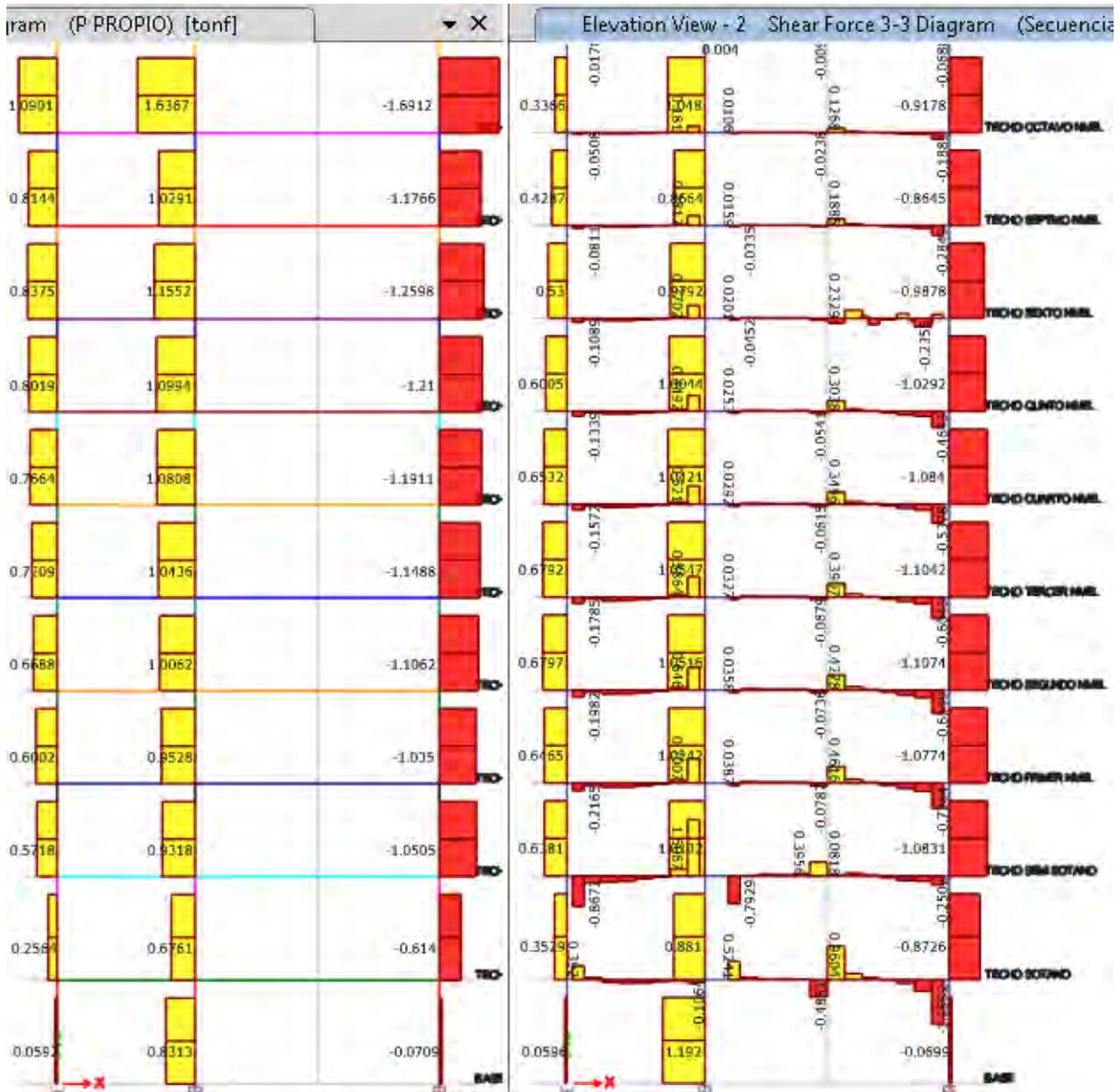
**Figura 43**

*Momentos en Columnas-Etapas Constructivas & Peso Propio-Elevación 2*



5.3.6.3. Cortante en Columnas

Figura 44  
Cortantes-Peso Propio & Secuencia Constructiva-Elevación 2





#### 5.4. Análisis Estático No Lineal por Secuencia constructiva Mediante Midas Gen.

Se realizó el modelo estructural siguiendo la siguiente secuencia:

- Definición de propiedades de los materiales
- Definición de propiedades de sección
- Definición de grupos de Elementos, Cargas y Condiciones de Borde
- Asignación de elementos a los diversos grupos creados
- Definición de materiales dependientes del tiempo (concreto) Creep, shrinkage y resistencia a la compresión.
- Enlace de propiedades del material respecto a sus propiedades dependientes del tiempo.
- Definición del parámetro de forma geométrica para los elementos wall y Frame (columna).
- Definición de Etapas constructivas, especificando la duración y la activación de los elementos según la data de construcción.
- Realizar la corrida del modelo considerando el efecto dependiente del tiempo; casos de carga para distinguirlos de la carga muerta.
- Verificar los resultados del análisis para cada etapa de construcción.
- Verificar el acortamiento de la columna.

##### 5.4.1. Definición de propiedades de los materiales.

Se definió los valores de la resistencia a la compresión uniaxial, módulo de Poisson y el valor del módulo de elasticidad según el código ACI 318-14.

## Propiedades mecánicas del concreto

**Figura 45***Propiedades Mecánicas del Concreto*

<input type="checkbox"/> Concrete		
Modulus of Elasticity :	<input type="text" value="2.1882e+003"/>	kqf/mm <sup>2</sup>
Poisson's Ratio :	<input type="text" value="0.18"/>	
Thermal Coefficient :	<input type="text" value="9.0000e-006"/>	1/[C]
Weight Density :	<input type="text" value="2.4e-006"/>	kqf/mm <sup>3</sup>
<input type="checkbox"/> Use Mass Density:	<input type="text" value="2.45e-010"/>	kqf/mm <sup>3</sup> /g

**5.4.2. Definición de propiedades de sección.**

Se definen las propiedades geometrías de la sección para elementos general beam, wall y plate.

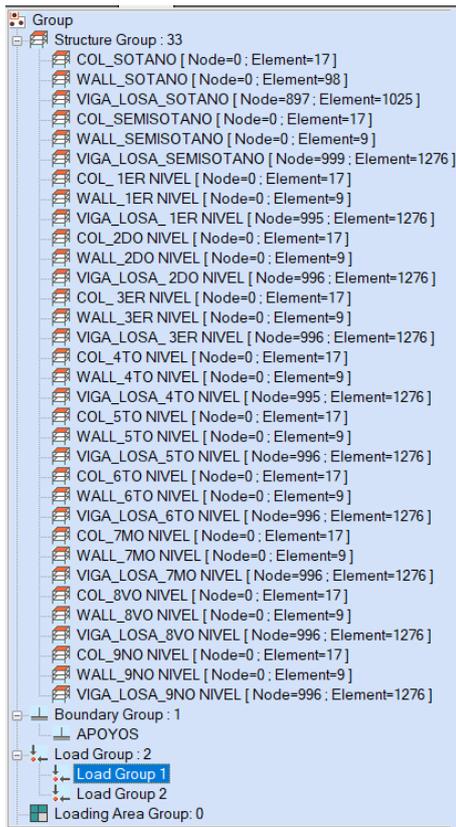
**Figura 46***Propiedades Geométricas de Secciones de Elementos Estructurales.*

ID	Name	Type	Shape
1	COL 0.5X0.4	User	SB
2	COL 0.6X0.4	User	SB
3	COL 0.6X0.3	User	SB
4	COL 0.5X0.3	User	SB
5	COL 0.8X0.3	User	SB
6	COL 1X0.3	User	SB
7	VIG 50X30	User	SB
8	VIG CH	User	SB
9	COL 0.8X0.3 - Exc...	User	SB
10	COL 0.6X0.4 - Exc...	User	SB

**5.4.3. Definición de grupos de Elementos, Cargas y Condiciones de Borde.**

Se definen los grupos según tipo de elementos, siendo 33 grupos de elementos estructurales, 01 grupo de elementos de condiciones de borde y finalmente 02 grupos de cargas de forma auxiliar, esta definición se basa en criterios constructivos que forman parte de esta investigación; las cargas para el análisis de secuencia constructiva son las que corresponden al peso propio.

**Figura 47**  
*Definición de Grupos*



#### 5.4.4. Definición de Materiales Dependientes del Tiempo (Concreto)

Se definió los valores de los parámetros de clima y materiales para establecer la curva de coeficientes de deformación por creep y shrinkage, dichos valores están definidos según el código ACI 209R-92.

**Figura 48**  
*Definición de Parámetros de Creep y Shrinkage*

Add/Modify Time Dependent Material (Creep / Shrinkage) ✕

Name :  Code :

ACI

Compressive strength of concrete at the age of 28 days :  kgf/mm<sup>2</sup>

Relative Humidity of ambient environment (40 - 99) :  %

Volume-surface ratio :  mm

Age of concrete at the beginning of shrinkage :  day

Init Curing Method :  moist cure  steam cure

Concrete Compressive Strength Factor (a, b)

a :  (0.05~9.25)      b :  (0.67~0.98)

Material factored ultimate value

Type

ACI Code  User

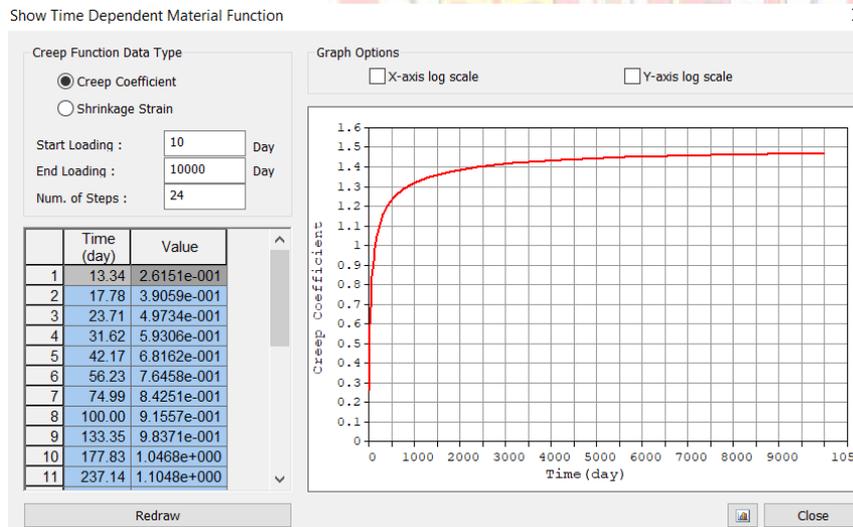
Slump :  mm

Fine aggregate percentage :  %

Air content :  %

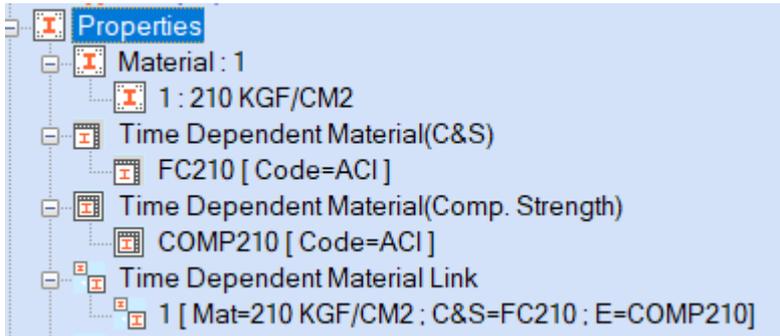
Cement content :  kgf/mm<sup>3</sup>

**Figura 49**  
*Creep vs Tiempo*



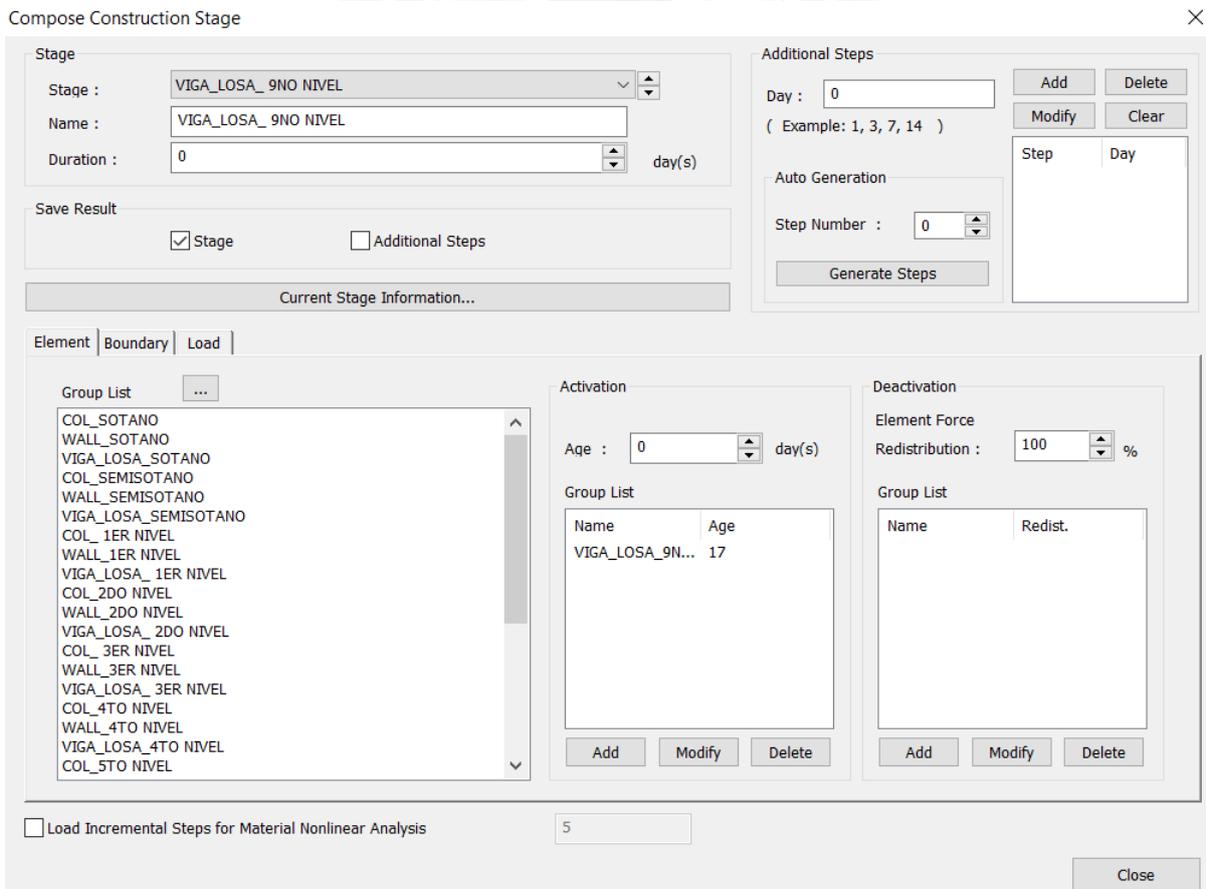
**5.4.5. Enlace de Propiedades del Material Respecto a sus Propiedades Dependientes del Tiempo.**

Se realizo el enlace de las propiedades mecánicas de concreto f'c 210 kgf/cm<sup>2</sup> con sus respectivas propiedades dependientes del tiempo.

**Figura 50***Definición de Material y sus Propiedades Dependientes del Tiempo*

#### 5.4.6. Realizar la Corrida del Modelo Considerando el Efecto Dependiente del Tiempo; Casos de Carga para Distinguirlos de la Carga Muerta.

Se definieron las etapas de construcción según a los valores obtenidos en la parte estadística de la presente investigación.

**Figura 51***Definición de Etapas de Construcción en Midas Gen*

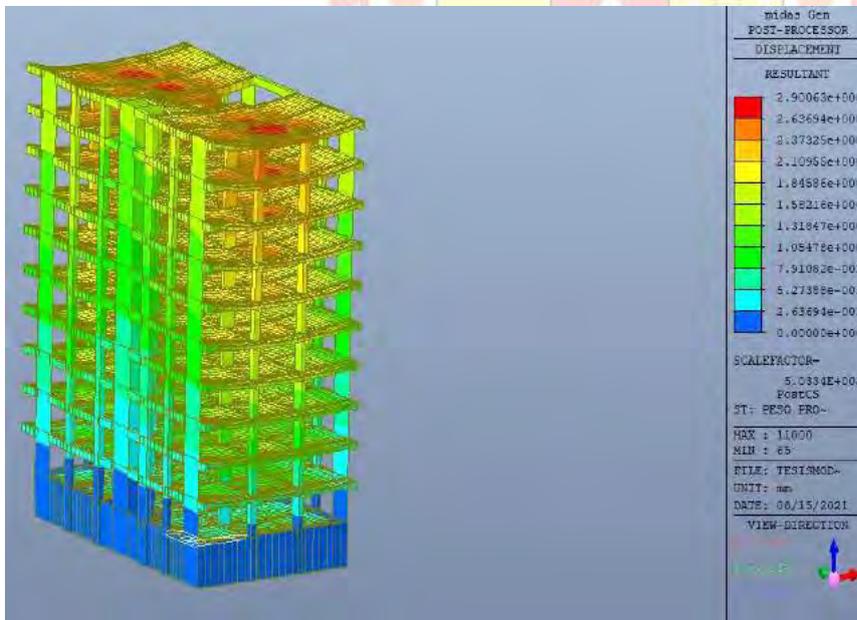
### 5.4.7. Desplazamientos Obtenidos por el Análisis de Secuencia Respecto al Peso Propio.

Se obtuvo deformaciones totales DXYZ para el caso de carga de peso propio de 2.9mm en un análisis del tipo estático lineal, así mismo en el análisis de secuencia constructiva se dividieron los desplazamientos en desplazamientos por creep, desplazamientos por shrinkage y el desplazamiento totalizado, en resumen, se obtuvieron los siguientes valores:

- DXYZ Análisis estático lineal: 2.9mm
- DXYZ Análisis estático no lineal por secuencia constructiva (CREEP): 0.0755mm
- DXYZ Análisis estático no lineal por secuencia constructiva (SHRINKAGE): 4.054mm
- DXYZ Análisis estático no lineal por secuencia constructiva (CREEP+ SHRINKAGE): 4.07567mm

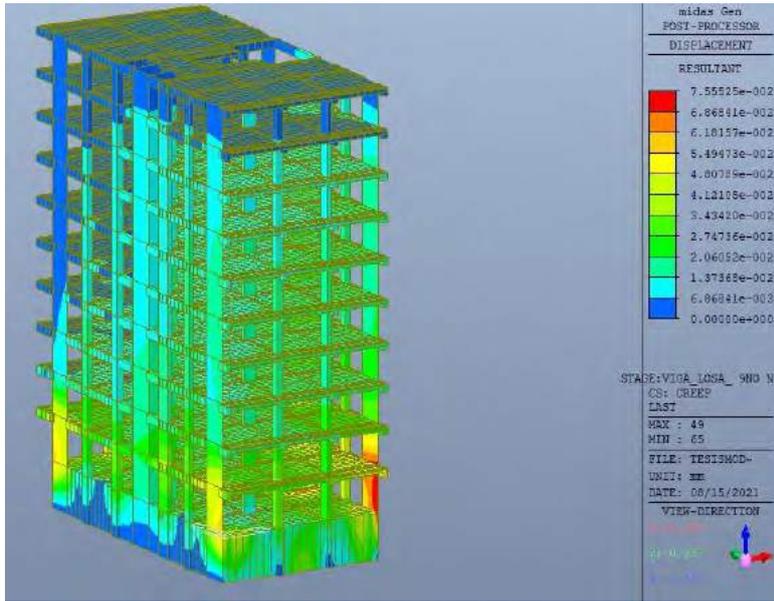
**Figura 52**

*DXYZ-Análisis Estático No Lineal para el Caso de Carga Peso Propio*



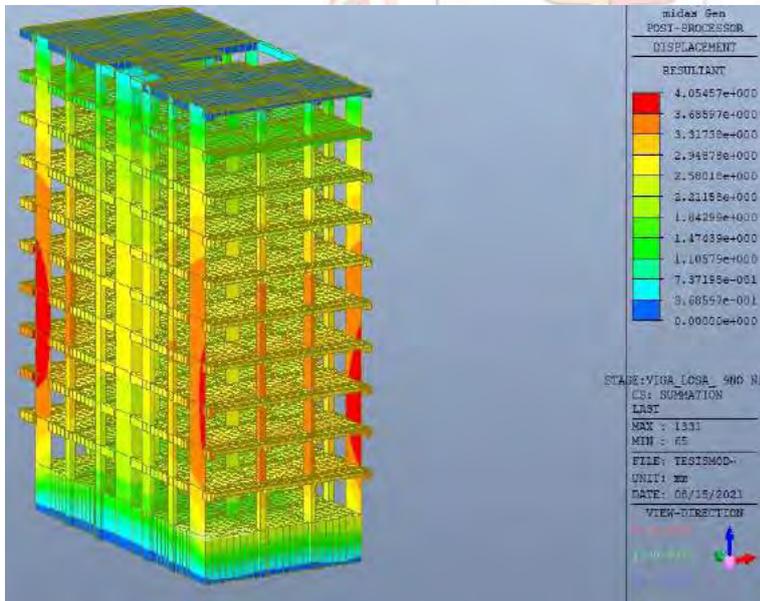
**Figura 53**

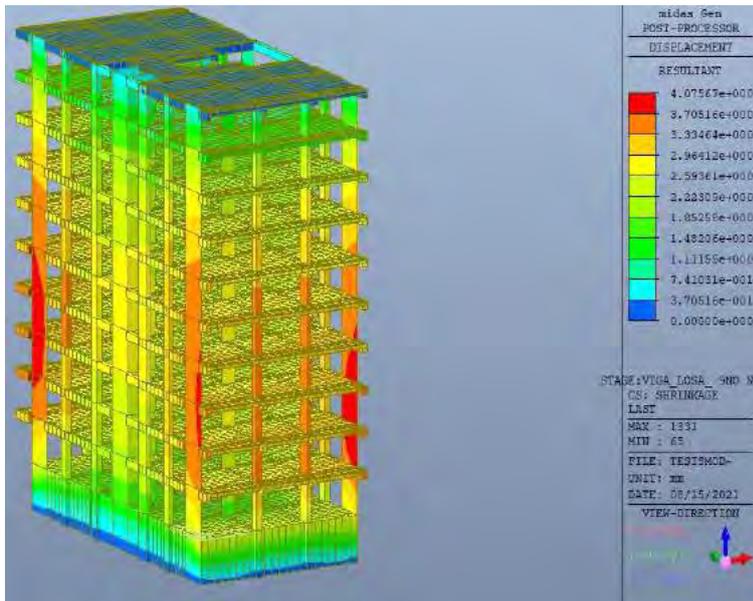
*DXYZ-Análisis Estático No Lineal Por Secuencia Constructiva PP-Creep*



**Figura 54**

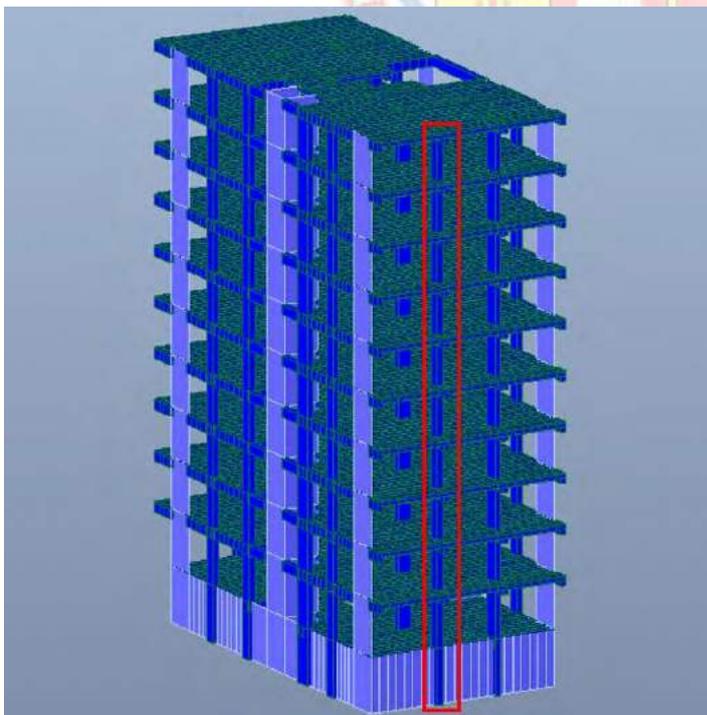
*Análisis Estático No Lineal por Secuencia PP-Shrinkage*



**Figura 55***DXYZ-Análisis Estático No Lineal por Secuencia Constructiva -PP- Shrinkage +Creep*

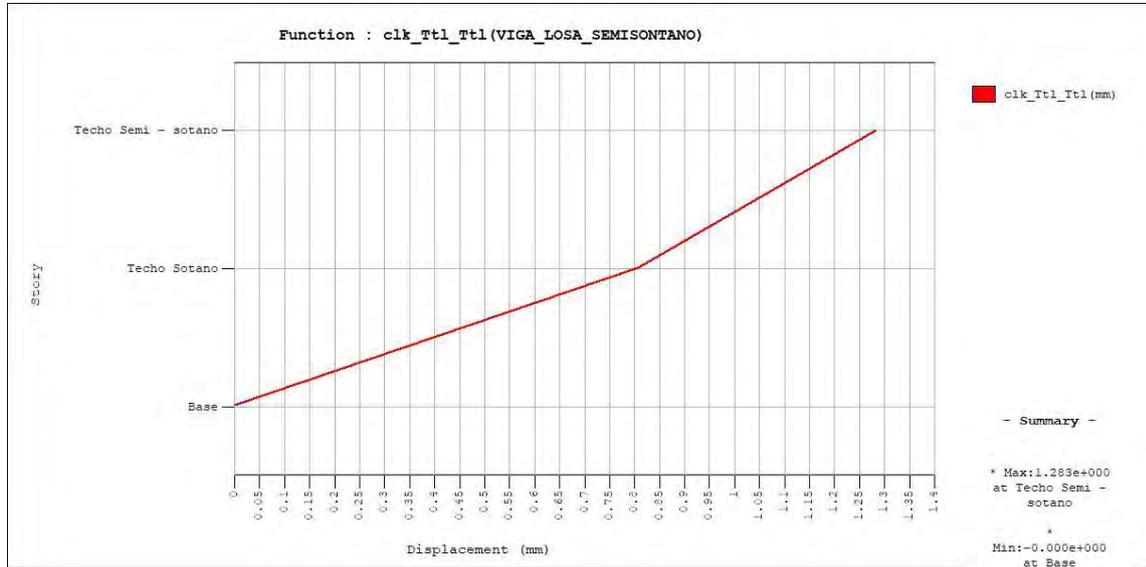
#### 5.4.8. Deformación de la acumulada total de la estructura.

Dentro del modelo se seleccionó la columna donde gráficamente se pudo observar las mayores deformaciones, es así que a continuación se presentaran las curvas de deformación total por nivel.

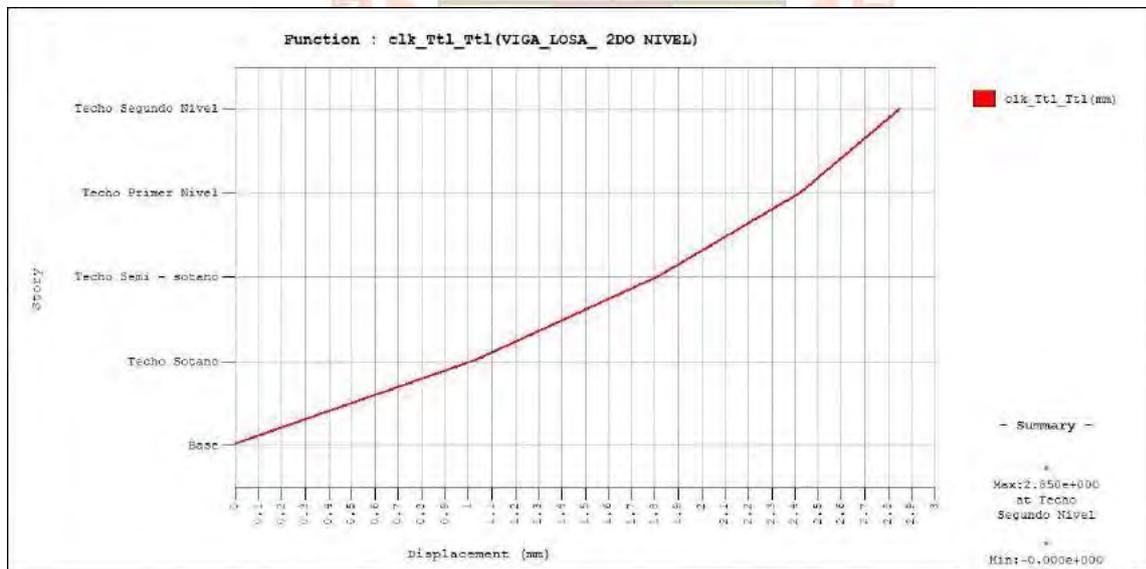
**Figura 56***Columna con Mayores Deformaciones a Analizarse*

La deformación acumulada desde el sótano hasta el semisótano presenta una deformación total de 1.3mm

**Figura 57**  
Deformación total acumulada – Base a Semi sótano

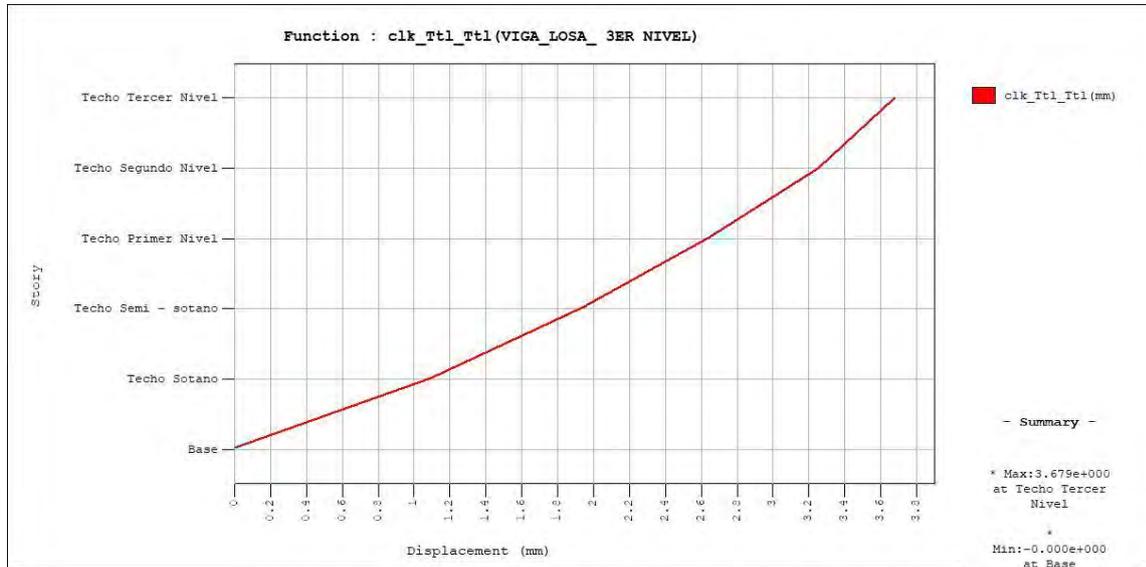


**Figura 58**  
Deformación total acumulada – Base a Segundo Nivel

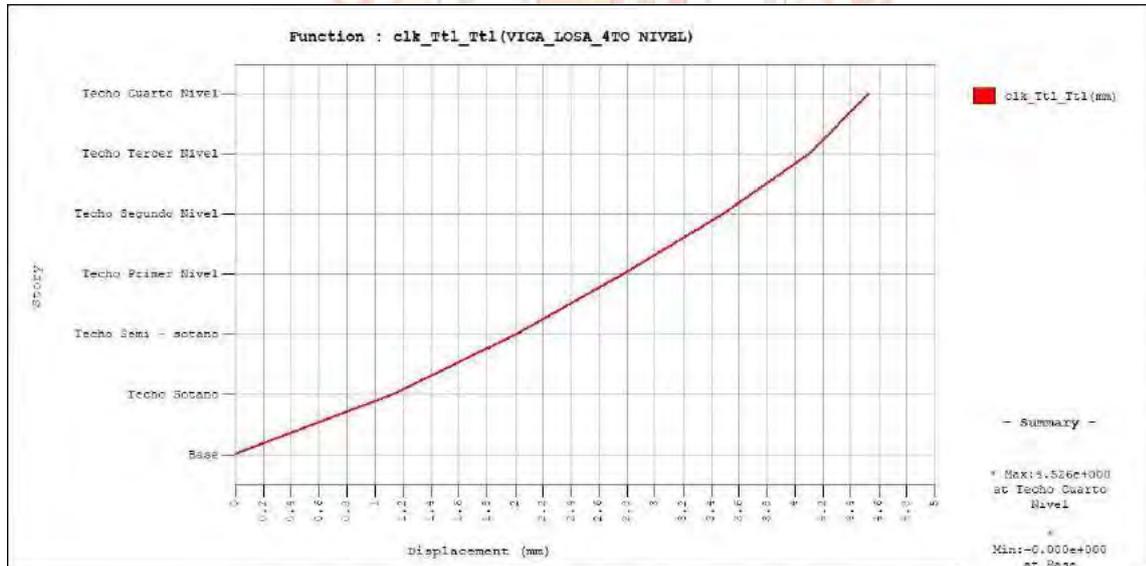




**Figura 59**  
*Deformación total acumulada – Base a Tercer Nivel*

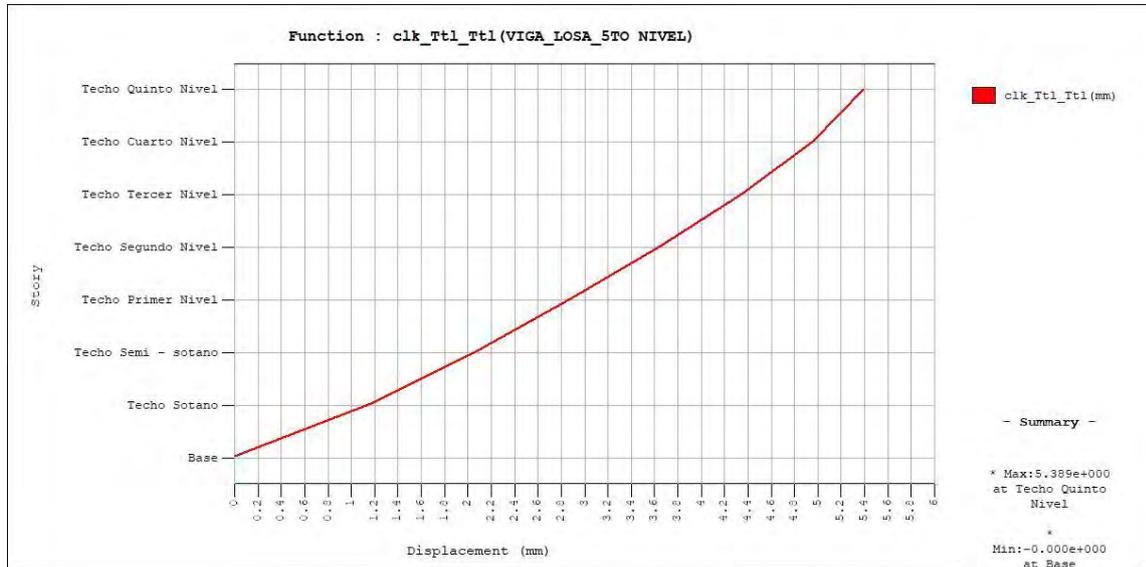


**Figura 60**  
*Deformación total acumulada – Base a Cuarto Nivel*

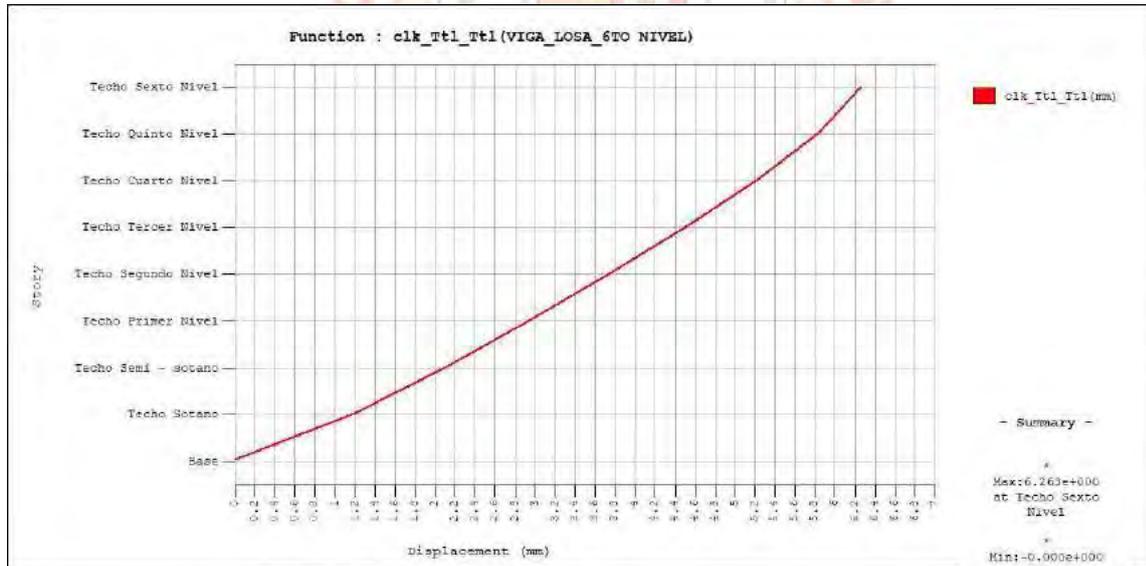




**Figura 61**  
*Deformación total acumulada – Base a Quinto Nivel*

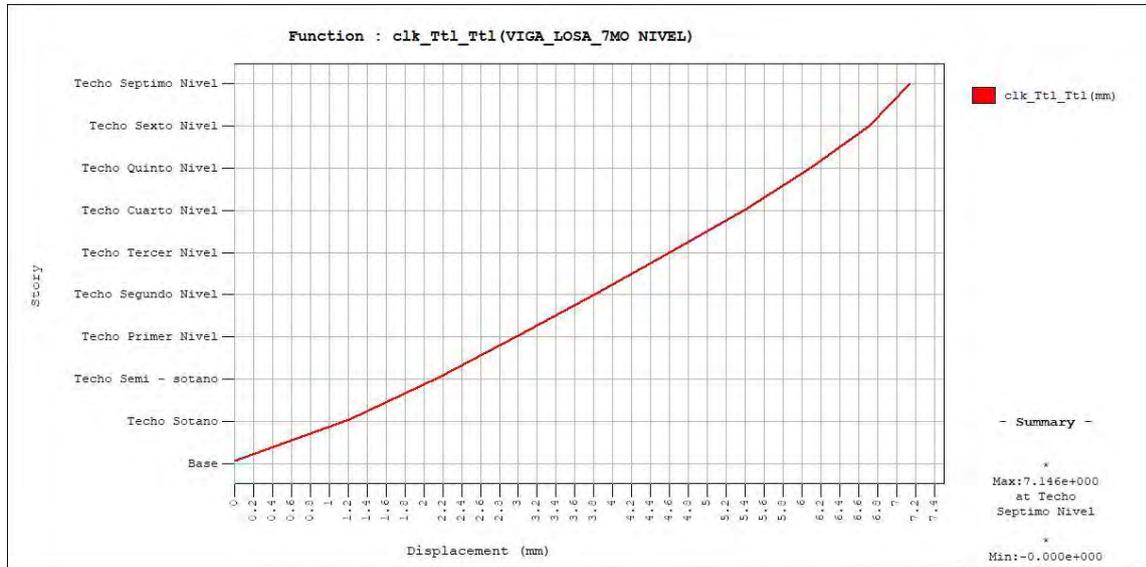


**Figura 62**  
*Deformación total acumulada – Base a Sexto Nivel*

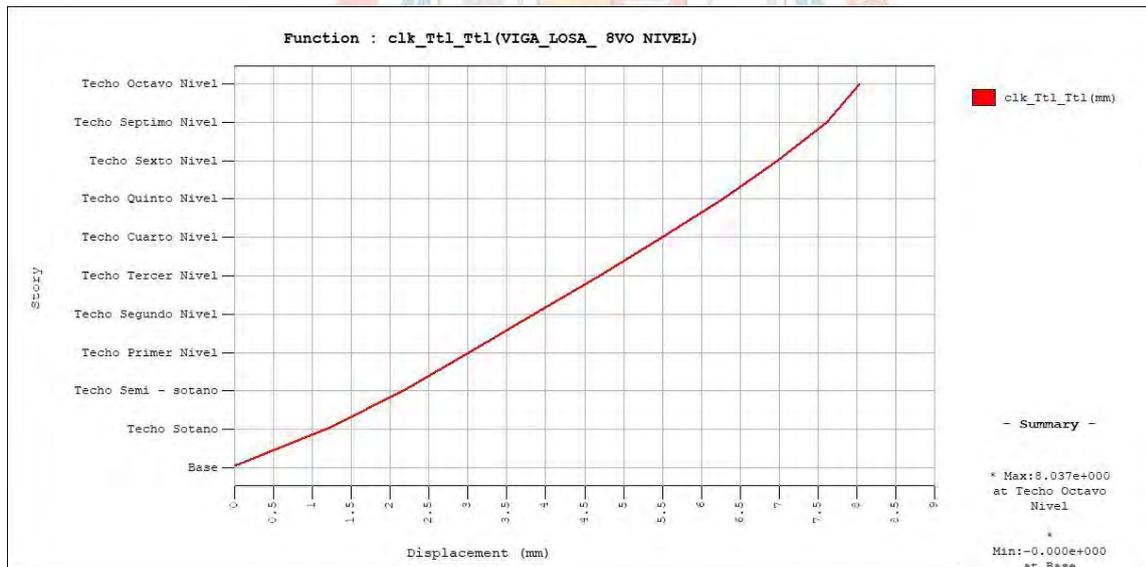




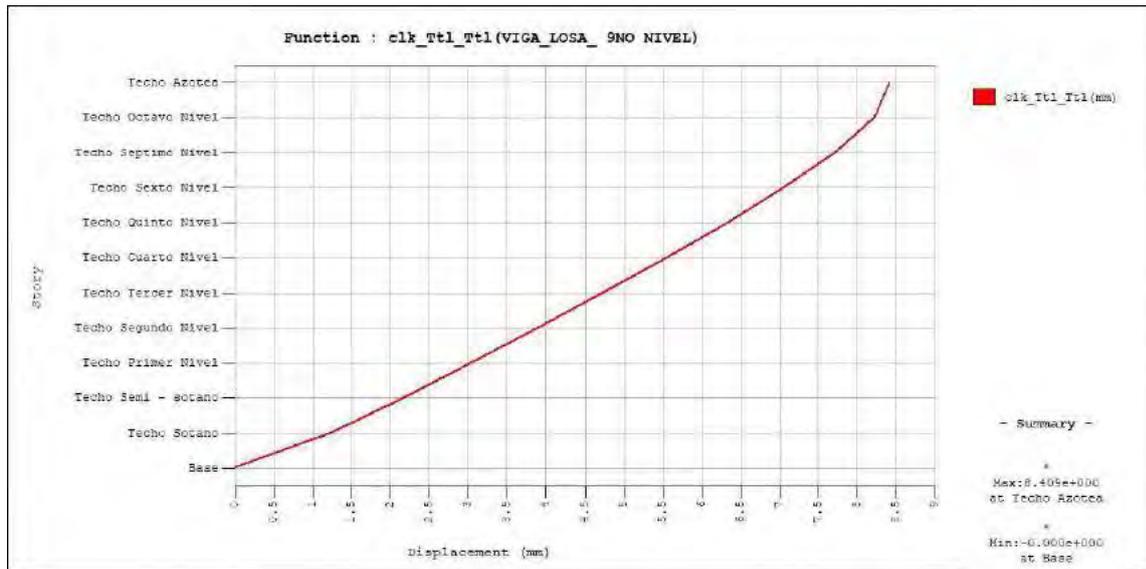
**Figura 63**  
*Deformación total acumulada – Base a Segundo Nivel*



**Figura 64**  
*Deformación total acumulada – Base a Octavo Nivel*

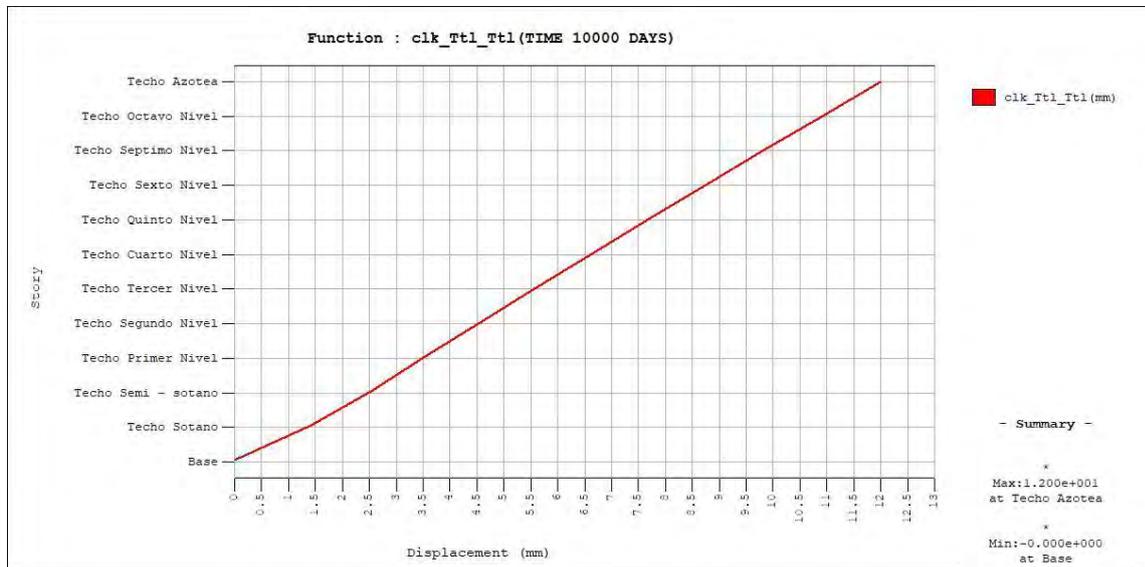


**Figura 65**  
*Deformación total acumulada – Base a Noveno Nivel*

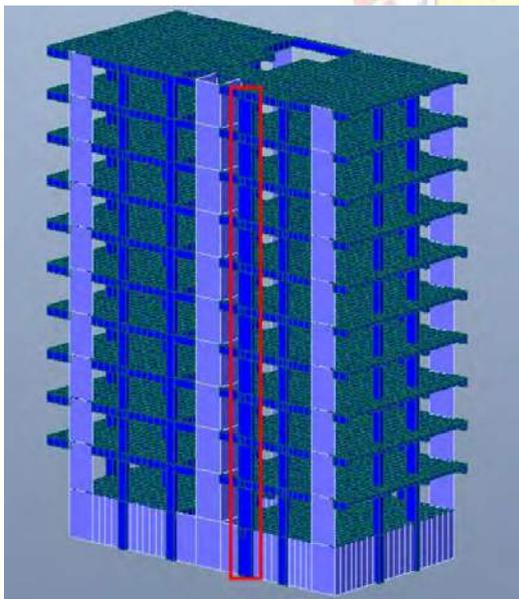


**Figura 66**  
*Deformación total acumulada – Base a Noveno Nivel (Tiempo 5 Años)*



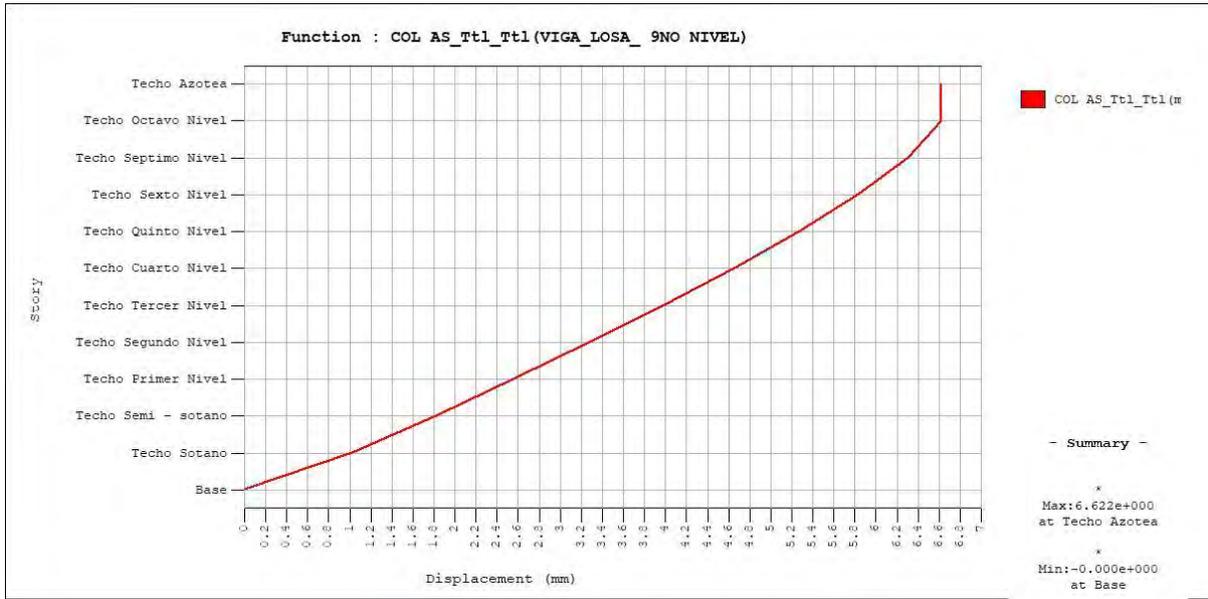
**Figura 67***Deformación total acumulada – Base a Noveno Nivel (Tiempo 10000 Dias)*

Así mismo dentro del modelo se seleccionó la columna más cercana al núcleo de rigidez de la estructura, donde se pudo observar las menores deformaciones, es así que a continuación se presentaran las curvas de deformación total por nivel.

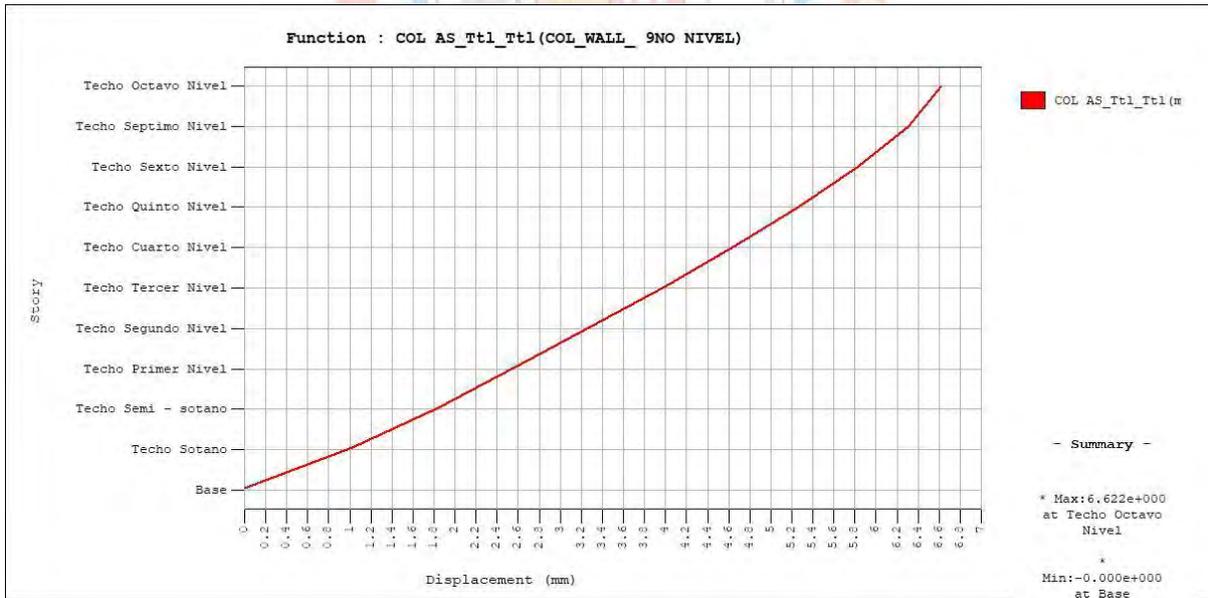
**Figura 68***Columna Cercana a Bloque de Mayor Rigidez*



**Figura 69**  
*Deformación total Acumulada – Base a Noveno Nivel*

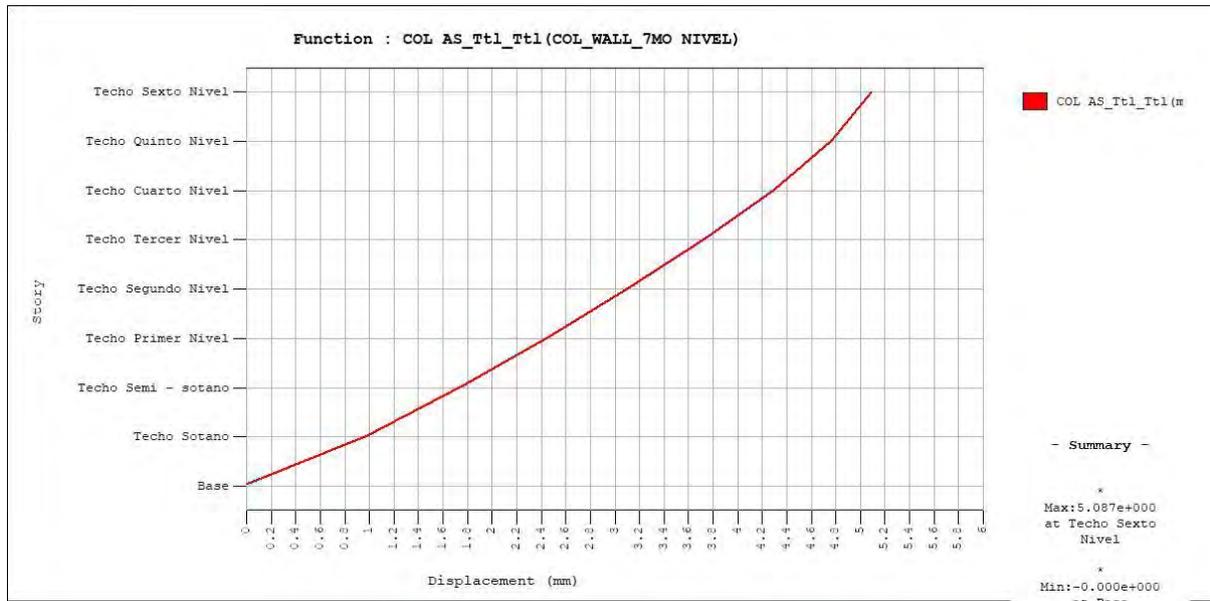


**Figura 70**  
*Deformación total acumulada – Base a Octavo Nivel*

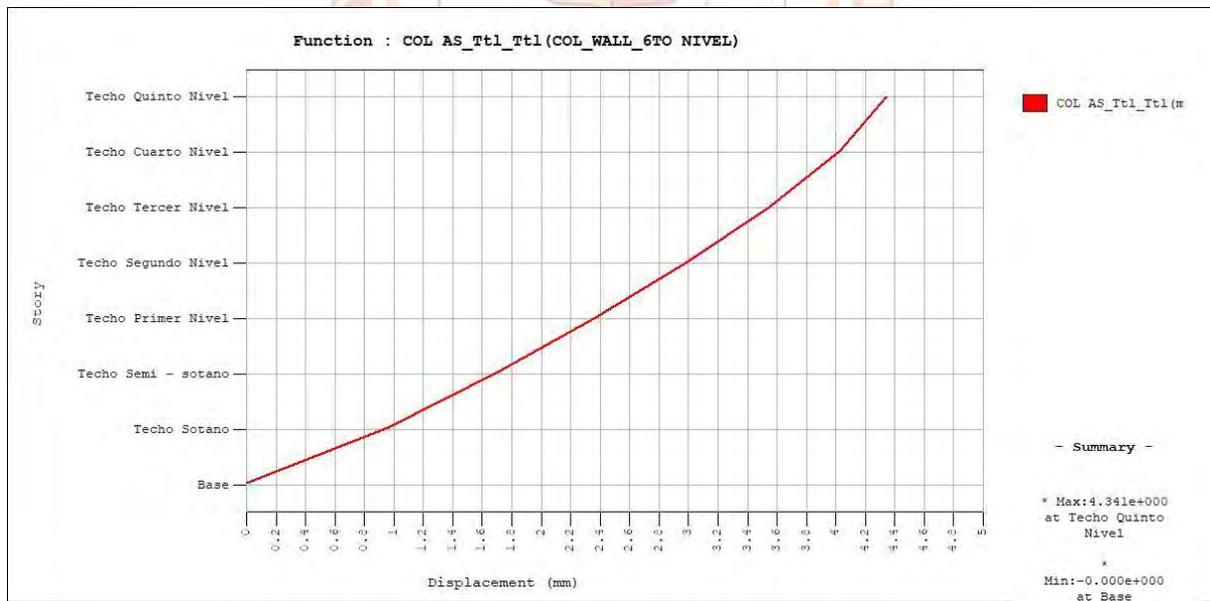




**Figura 71**  
*Deformación total acumulada – Base a Séptimo Nivel*

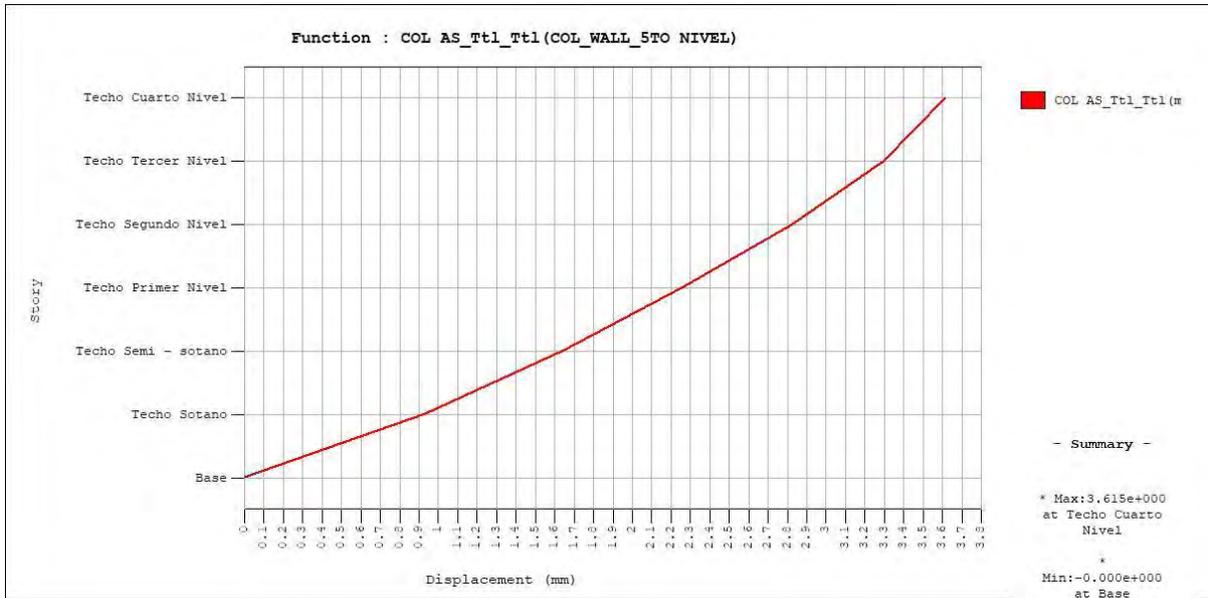


**Figura 72**  
*Deformación total acumulada – Base a Sexto Nivel*

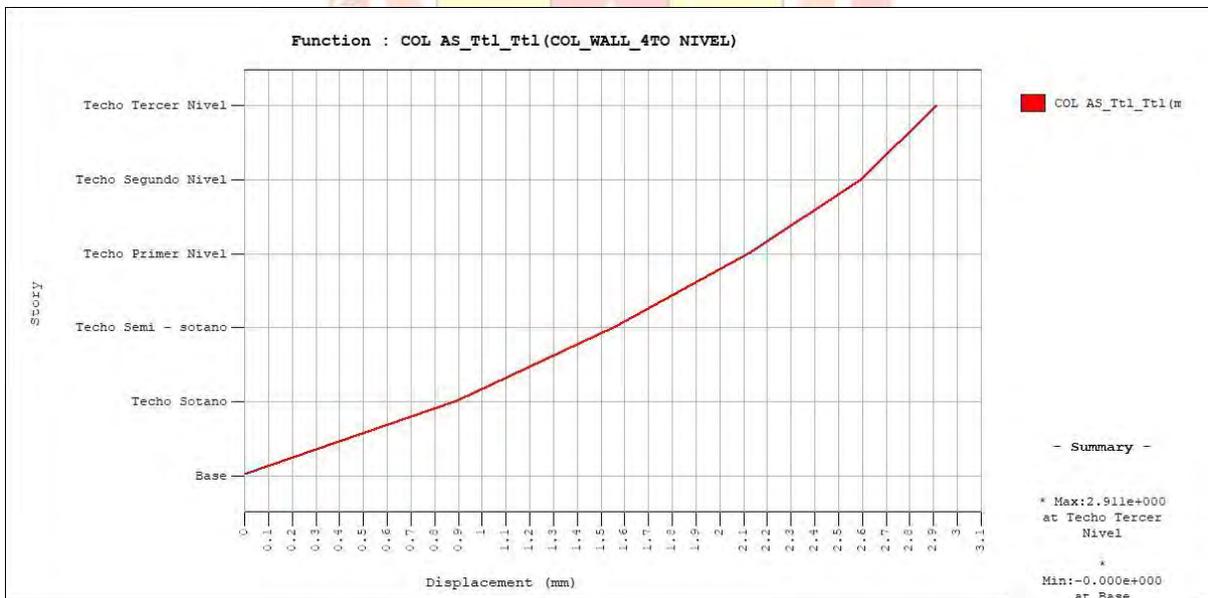




**Figura 73**  
*Deformación total acumulada – Base a Quinto Nivel*

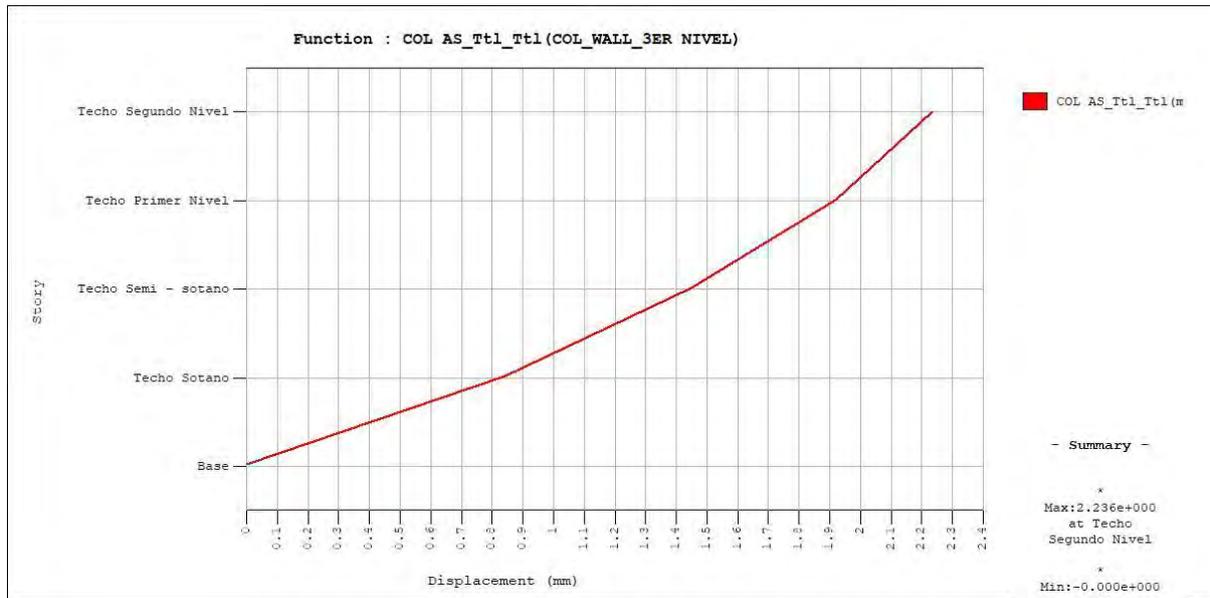


**Figura 74**  
*Deformación total acumulada – Base a Cuarto Nivel*





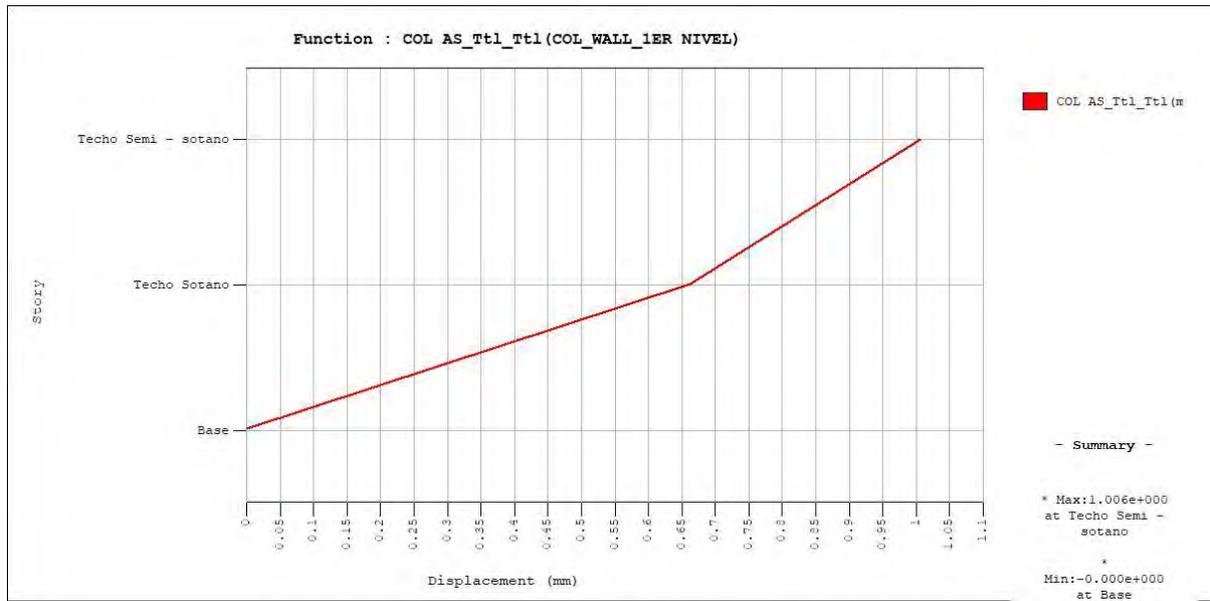
**Figura 75**  
*Deformación total acumulada – Base a Segundo Nivel*



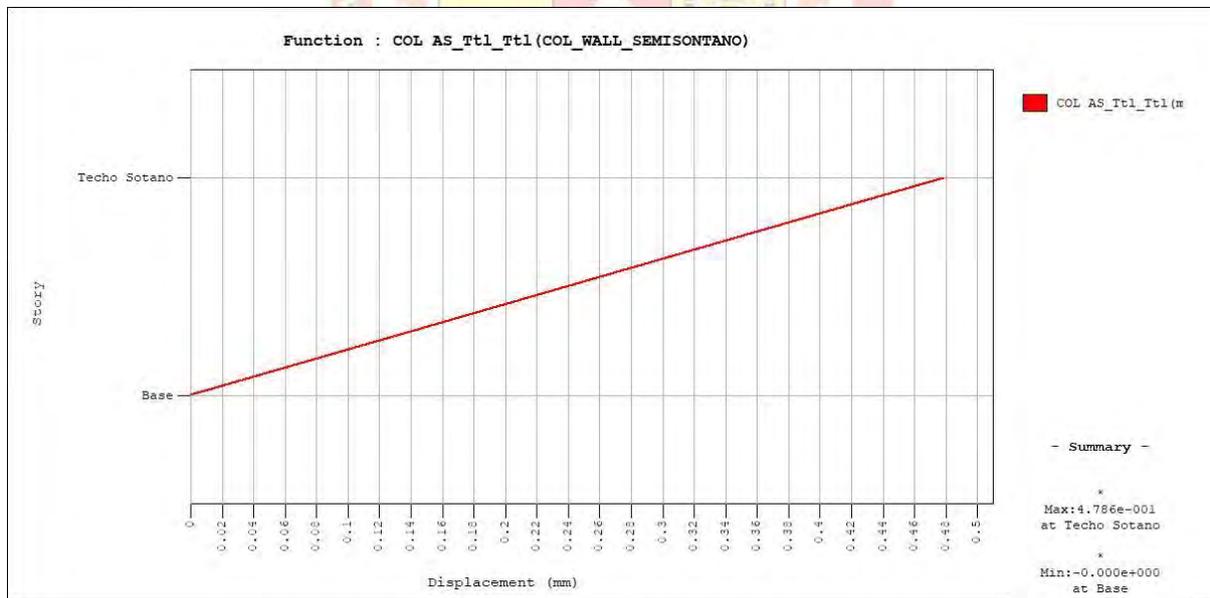
**Figura 76**  
*Deformación total acumulada – Base a Primer Nivel*



**Figura 77**  
*Deformación total acumulada – Base a Semi sótano*



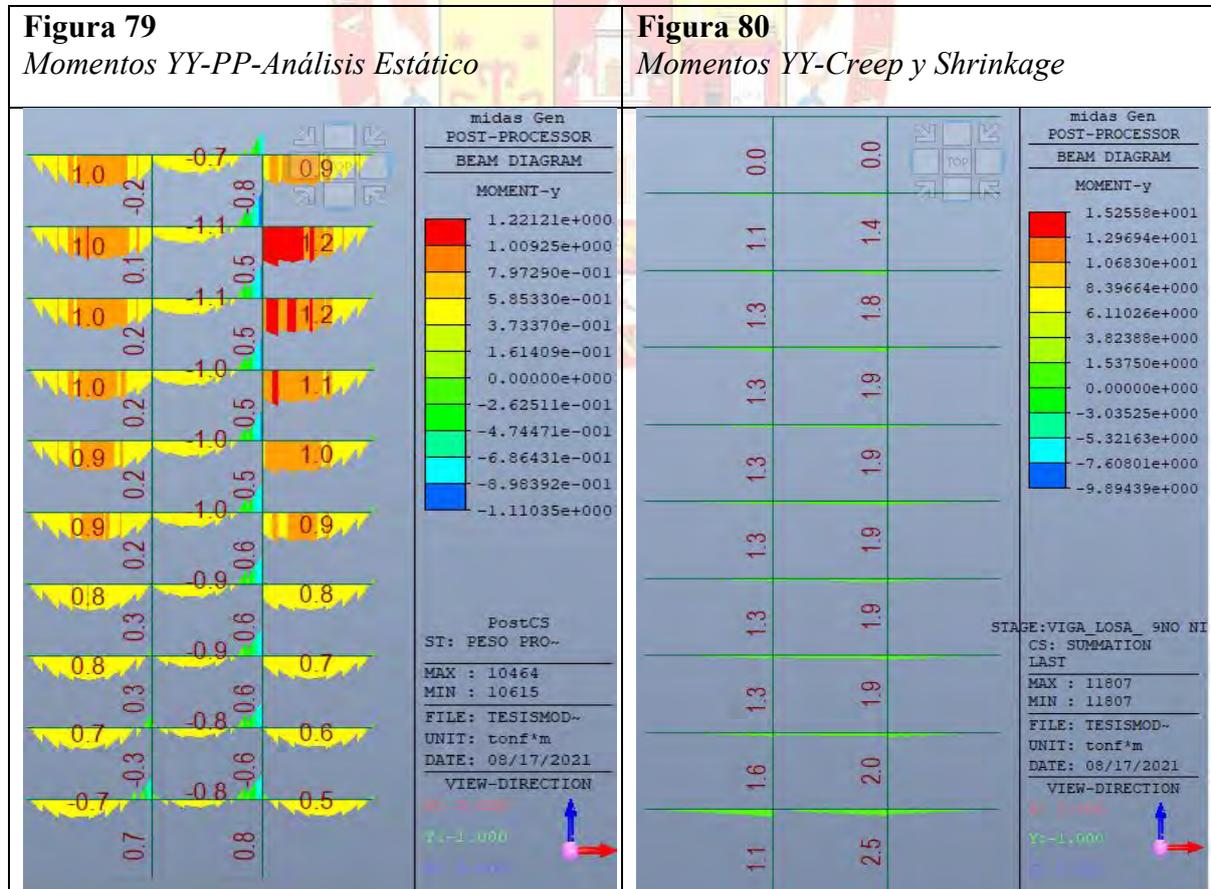
**Figura 78**  
*Deformación total acumulada – Base a Sótano*



### 5.4.9. Fuerzas Resultantes del Análisis de Secuencia Constructiva.

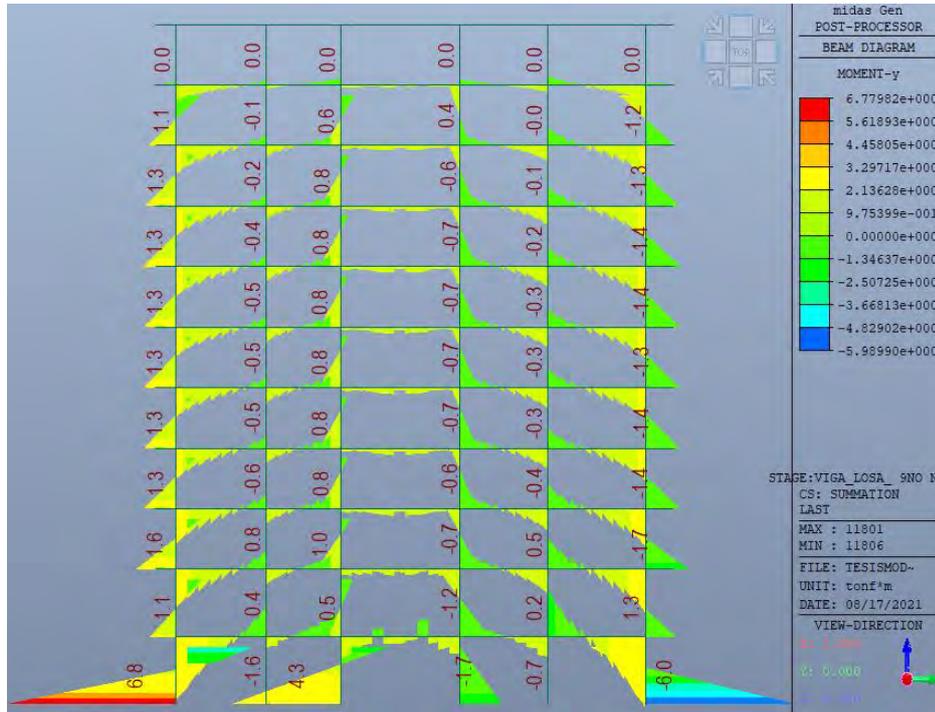
Para realizar el análisis de las fuerzas presentes en el modelo se debe considerar la importancia de definir correctamente los ejes locales de cada elemento dibujado, esto para una correcta visualización, dentro de midas gen al igual que la mayoría de software en el mercado se usa como base para la definición de los ejes locales la regla de la mano derecha, finalmente la forma de presentación de diagramas se hace mediante planos de referencia ya que dentro de la plataforma de midas gen no se encuentra el Wizard de visualización como el que presenta Etabs.

Dentro de una análisis estático lineal para el caso de peso propio podemos visualizar los diagramas de momentos en tonf\*m así mismo en el caso de la secuencia constructiva se tiene que establecer el “stage” de análisis que será el punto de referencia en el que obtendremos los esfuerzos, el programa discretiza los esfuerzos dentro del análisis de secuencia constructiva, es decir podemos visualizar los esfuerzos adicionales debido al CREEP y SHRINKAGE durante la secuencia constructiva de forma individual y totalizados, lo que permite ver de forma más clara los efectos producto de una secuencia constructiva.



El valor promedio del incremento de esfuerzos por CREEP Y SHRINKAGE totalizados es de 2.0 tonf.m en columnas y alrededor de 1.0 tonf.m en vigas, esto depende tanto de la distribución de elementos estructurales en planta y el tiempo para el cual se realizó el análisis.

**Figura 81**  
*Momentos YY-Efectos Creep y Shrinkage (Eje Mayor)*



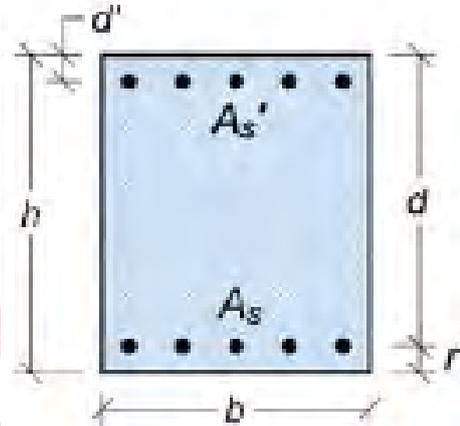
## CAPÍTULO VI

### 6. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

#### 6.1. Diseño de Vigas Según ACI 318-14

##### 6.1.1. Sección de la Viga

$b := 40 \text{ cm}$	Ancho de la viga
$h := 55 \text{ cm}$	Altura de la viga
$r := 6 \text{ cm}$	Recubrimiento inferior
$d' := 6 \text{ cm}$	Recubrimiento superior
$d := h - r = 0.49 \text{ m}$	Altura efectiva de la viga



##### 6.1.2. Diámetros y Áreas de Barra de Acero de Refuerzo

$d_{b\#3} := \frac{3}{8} \text{ in} = 0.953 \text{ cm}$	$A_{b\#3} := \frac{\pi \cdot d_{b\#3}^2}{4} = 0.713 \text{ cm}^2$
$d_{b\#4} := \frac{1}{2} \text{ in} = 1.27 \text{ cm}$	$A_{b\#4} := \frac{\pi \cdot d_{b\#4}^2}{4} = 1.267 \text{ cm}^2$
$d_{b\#5} := \frac{5}{8} \text{ in} = 1.588 \text{ cm}$	$A_{b\#5} := \frac{\pi \cdot d_{b\#5}^2}{4} = 1.979 \text{ cm}^2$
$d_{b\#6} := \frac{3}{4} \text{ in} = 1.905 \text{ cm}$	$A_{b\#6} := \frac{\pi \cdot d_{b\#6}^2}{4} = 2.85 \text{ cm}^2$
$d_{b\#7} := \frac{7}{8} \text{ in} = 2.223 \text{ cm}$	$A_{b\#7} := \frac{\pi \cdot d_{b\#7}^2}{4} = 3.879 \text{ cm}^2$

##### 6.1.3. Materiales

Resistencia del concreto:  $f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Esfuerzo cedente del acero de refuerzo:  $f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Módulo de elasticidad del concreto:  $E_c = 15100 \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = (2.527 \cdot 10^5) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$\beta_1 := 0.85$

Módulo de elasticidad del acero:  $E_s := 2100000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Deformación cedente del acero:  $\epsilon_y := 0.002$

Deformación cedente del concreto:  $\epsilon_{cu} := 0.003$

Deformación mínima del acero para falla controlada por tracción:  $\epsilon_{s\_min} := 0.005$

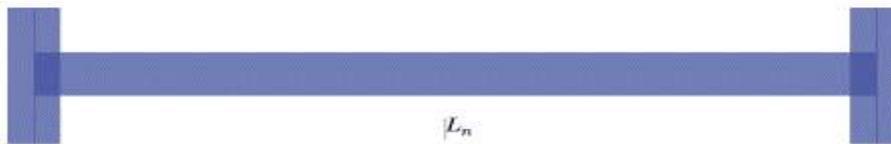
Factor de sobre - resistencia del acero:  $\alpha := 1.25$

Peso específico del concreto armado:  $\gamma_{concreto} := 2500 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$

Factor de minoración para resistencia al corte:  $\phi_v := 0.60$

Factor de minoración para resistencia a flexión:  $\phi_b := 0.90$

#### 6.1.4. Longitud



$$L := 6 \text{ m}$$

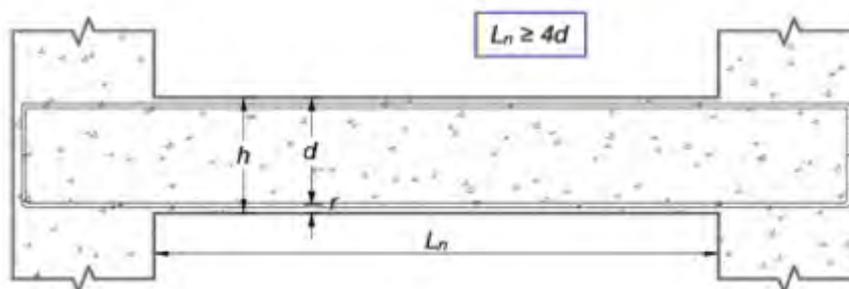
$$h_{col\_izq} := 0.50 \text{ m}$$

$$h_{col\_derecha} := 0.50 \text{ m}$$

$$L_n := L - 0.5 \cdot h_{col\_izq} - 0.5 \cdot h_{col\_derecha} = 5.5 \text{ m}$$

#### 6.1.5. Revisión de Límites Dimensionales

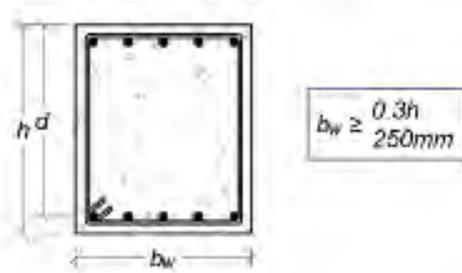
La luz libre de la viga no debe de ser menor que cuatro veces la altura útil de la sección.



$$4 \cdot d = 1.96 \text{ m}$$

$$\text{if}(L_n \geq 4 \cdot d, \text{"OK"}, \text{"NO CUMPLE"}) = \text{"OK"}$$

El ancho de la sección debe de ser al menos igual al menor valor entre 0.3 veces la altura de la misma y 250 mm.



$$b_w := b = 400 \text{ mm}$$

$$\text{if}(b_w \geq \min(250 \text{ mm}, 0.3 \cdot h), \text{"OK"}, \text{"NO CUMPLE"}) = \text{"OK"}$$

### 6.1.6. Diseño del Refuerzo Longitudinal

#### 6.1.6.1. Momentos últimos proveniente del análisis

$$M_{u\_neg\_1} := 32 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$M_{u\_neg\_cen} := 4 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$M_{u\_neg\_2} := 31 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$



$$M_{u\_pos\_1} := 12 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$M_{u\_pos\_cen} := 14.5 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$M_{u\_pos\_2} := 11 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

6.1.6.2. Definición de la resistencia nominal a flexión



6.1.6.3. Acero mínimo

$$A_{s\_min\_1} := \frac{14 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y} b \cdot d = 6.533 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\_min\_2} := \frac{0.80 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{f_y} b \cdot d = 6.247 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\_min} := \max(A_{s\_min\_1}, A_{s\_min\_2}) = 6.533 \text{ cm}^2$$

6.1.6.4. Acero longitudinal Requerido Conforme el Análisis.

6.1.6.4.1. Acero Requerido para el Momento Negativo en el Extremo 1:

Momento ultimo:

$$M_u := M_{u\_neg\_1} = 32 \text{ m} \cdot \text{tonf}$$

Profundidad de bloque de Whitney:

$$a := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{0.85 \cdot f'_c \cdot \phi_b \cdot b}} = 7.487 \text{ cm}$$

Profundidad del eje neutro:

$$c := \frac{a}{\beta_1} = 8.808 \text{ cm}$$

Profundidad máxima del eje neutro para garantizar una falla controlada por tracción.

$$c_{max} := \left( \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{s\_min}} \right) \cdot d = 18.375 \text{ cm}$$

if ( $c \leq c_{max}$ , "OK", "AUMENTAR SECCION") = "OK"



$$\frac{c_{max}}{d} = 0.375$$

$$A_{s\_sup\_1\_analysis} := \max \left( \frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right)}, A_{s\_min} \right) = 16.97 \text{ cm}^2$$

#### 6.1.6.4.2. Acero Requerido para el Momento Positivo en el Extremo 1

Momento ultimo:  $M_u := M_{u\_pos\_1} = 12 \text{ m} \cdot \text{tonf}$

Profundidad de bloque de Whitney:  $a := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{0.85 \cdot f'_c \cdot \phi_b \cdot b}} = 2.665 \text{ cm}$

Profundidad del eje neutro:  $c := \frac{a}{\beta_1} = 3.136 \text{ cm}$

Profundidad máxima del eje neutro para garantizar una falla controlada por tracción.

$$c_{max} := \left( \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{s\_min}} \right) \cdot d = 18.375 \text{ cm}$$

if ( $c \leq c_{max}$ , "OK", "AUMENTAR SECCION") = "OK"

$$\frac{c_{max}}{d} = 0.375$$

$$A_{s\_inf\_1\_analysis} := \max \left( \frac{M_u}{\phi_b \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right)}, A_{s\_min} \right) = 6.533 \text{ cm}^2$$

#### 6.1.6.4.3. Acero requerido para el momento negativo en el extremo 2

Momento último  $M_u := M_{u\_neg\_2} = 31 \text{ m} \cdot \text{tonf}$

Profundidad de bloque de Whitney  $a := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{0.85 \cdot f'_c \cdot \phi_b \cdot b}} = 7.232 \text{ cm}$

Profundidad del eje neutro  $c := \frac{a}{\beta_1} = 8.509 \text{ cm}$

Profundidad máxima del eje neutro para garantizar una falla controlada por tracción.  $c_{max} := \left( \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{s\_min}} \right) \cdot d = 18.375 \text{ cm}$

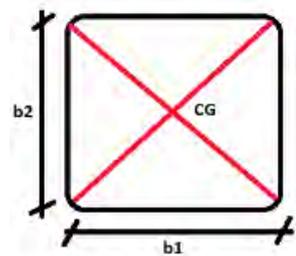
## 6.2. Diseño de Columnas de Pórticos Especiales a Momento Según ACI 318-14

### 6.2.1. Límites Dimensionales

Si  $b_2 > b_1$ , se debe de cumplir que:

$$b_1 := 30 \text{ cm}$$

$$b_2 := 25 \text{ cm}$$



if ( $b_1 \geq 30 \text{ cm}$ , "Chequeo 02", "Cambiar seccion") = "Chequeo 02"

if ( $b_2 \geq 30 \text{ cm}$ , "Chequeo 02", "Cambiar seccion") = "Cambiar seccion"

if ( $\frac{b_1}{b_2} \geq 0.4$ , "OK", "Cambiar seccion") = "OK"

### 6.2.2. Resistencia Mínima a Flexión

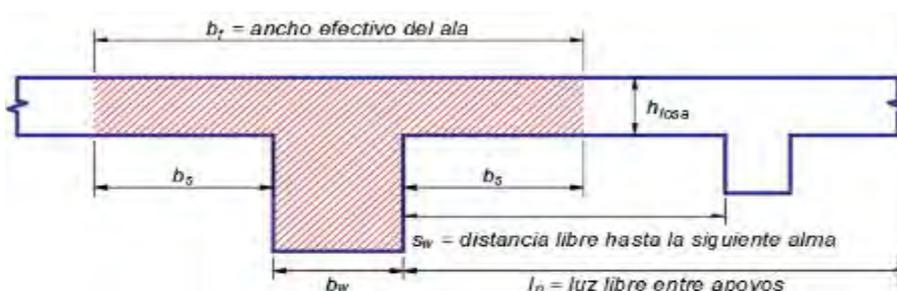
La resistencia a flexión en las columnas deberá ser al menos 20% mayor a la resistencia a flexión en vigas, es así que según el capítulo 18 de la Norma ACI 318-14 se debe satisfacer:

$$\sum M_{nc} \geq \frac{120}{100} \cdot \sum M_{mv}$$

Donde:  $M_{nc}$  representa los momentos nominales para la combinación que incluye los efectos sísmicos, respecto a la cara de las columnas.

En vigas T, cuando la losa está en tracción debido al momento en la cara del nodo, el refuerzo de dicha losa dentro del ancho efectivo de la misma debe suponerse que contribuye a la resistencia nominal a flexión de la viga  $M_{ny}$

El ancho efectivo en una viga T se calcula de la siguiente manera



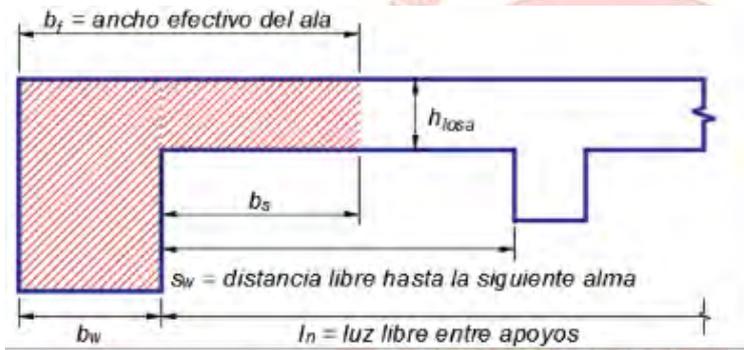
$$h_{losa} := 7.5 \text{ cm}$$

$$s_w := 30 \text{ cm}$$

$$l_n := 500 \text{ cm}$$



$$b_s := \begin{cases} \text{if } 8 \cdot h_{losa} > s_w & = 30 \text{ cm} \\ \quad \text{if } s_w > \frac{ln}{8} \\ \quad \quad \frac{ln}{8} \\ \quad \text{else} \\ \quad \quad s_w \\ \text{else} \\ \quad \text{if } 8 \cdot h_{losa} > \frac{ln}{8} \\ \quad \quad \frac{ln}{8} \\ \quad \text{else} \\ \quad \quad 8 \cdot h_{losa} \end{cases}$$



$$b_s := \begin{cases} \text{if } 6 \cdot h_{losa} > \frac{s_w}{2} & = 15 \text{ cm} \\ \quad \text{if } \frac{s_w}{2} > \frac{ln}{12} \\ \quad \quad \frac{ln}{12} \\ \quad \text{else} \\ \quad \quad \frac{s_w}{2} \\ \text{else} \\ \quad \text{if } 6 \cdot h_{losa} > \frac{ln}{12} \\ \quad \quad \frac{ln}{12} \\ \quad \text{else} \\ \quad \quad 6 \cdot h_{losa} \end{cases}$$



### 6.2.3. Refuerzo Longitudinal

El refuerzo longitudinal se diseña para cargas axiales y momentos de la misma manera que se hace para columnas no sismorresistentes.

$$\rho_{min} = 1\%$$

$$\rho_{max} = 6\%$$

La cantidad mínima de varillas en una columna rectangular es de 4 y en una circular son de 6

Empalmes: Los empalmes por solape se permiten en la mitad de la longitud del miembro.

### 6.2.4. Diseño por Flexo compresión

Para la revisión de la relación Demanda / Capacidad en columnas es necesario generar su diagrama de interacción (P, M), considerando los factores de minoración que aplican en función al tipo de falla (compresión, tracción y en transición).

Por otro lado, para tener en cuenta una excentricidad accidental, la resistencia axial de diseño de una sección a compresión pura se limita al 80% de la resistencia nominal axial para columnas con estribos rectangulares y 85% para columnas con espirales

```

tipo := "Rectangular"

phi := |
  | if tipo = "Rectangular"
  |   | 0.80
  | else
  |   | if tipo = "circular"
  |     | 0.85
  |     | else
  |       | "Elegir entre rectangular o circular"
  |

```

$$\phi \cdot P_n = \phi \cdot P_{nmax}$$

$$P_0 = \phi \cdot (0.85 \cdot f_c (b \cdot h - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y)$$

**6.2.4.1. Refuerzo transversal**

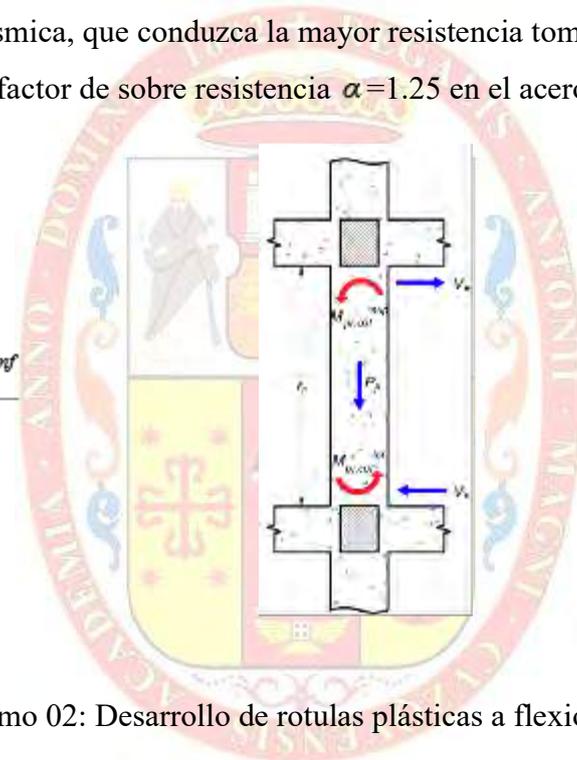
**6.2.4.1.1. Demanda de Acero por Corte**

El corte máximo probable  $V_e$  se debe determinar considerando las máximas fuerzas que puedan generarse en las caras de cada extremo de la columna, para ello se tienen dos posibles mecanismos

- Mecanismo 01: Desarrollo de rotulas plásticas a flexión en columnas

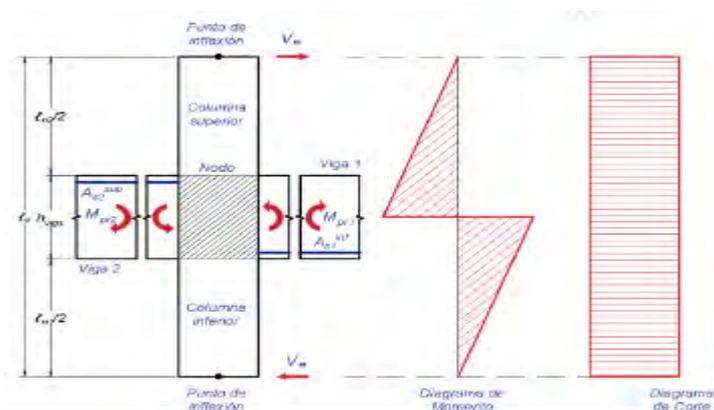
La Demanda por corte se obtiene de los momentos máximos probables  $M_{pr}$  de las columnas en sus extremos, calculados a partir de una determinada fuerza axial mayorada incluyendo la acción sísmica, que conduzca la mayor resistencia tomada en el diagrama de interacción con  $\phi=1$  y factor de sobre resistencia  $\alpha=1.25$  en el acero de refuerzo.

$$V_p = \frac{M_{pr.col}^{sup} + M_{pr.col}^{inf}}{l_n}$$



- Mecanismo 02: Desarrollo de rotulas plásticas a flexión en vigas

La Demanda por corte se obtiene de los momentos máximos probables  $M_{pr}$  que pueden transferir las vigas en los nodos, tomando una altura efectiva entre los puntos de





inflexión de las columnas superior e inferior. Se asume que dichos puntos de inflexión ocurren en la mitad de la altura de las columnas, donde  $V_p$  es la mayor entre los CASOS A y B antihorario y horario respectivamente.

$$V_{p.A} = \frac{M_{pr.izq} + M_{pr.dere}}{le}$$

$$V_{p.B} = \frac{M_{pr.izq} + M_{pr.dere}}{le}$$

$$V_{p.A} = \frac{M_{pr.izq} + M_{pr.dere}}{le}$$

$$V_{p.B} = \frac{M_{pr.izq} + M_{pr.dere}}{le}$$

La fuerza máxima probable  $V_e$  se define directamente como el corte por capacidad  $V_p$ .

$$V_e = V_p \quad V_e = \phi \cdot (V_s + V_c) \quad V_s = \left( \frac{V_e}{\phi} \right) - V_c$$

Por definición, la resistencia de corte en el concreto de peso normal y miembros no pre esforzados, se calcula tomando en cuenta la presencia de carga axial, de la siguiente manera:

### 6.3. Diseño de Muros de Corte

#### 6.3.1. Generalidades:

Como primer punto realizaremos la verificación sobre la necesidad de los elementos de borde.

Se debe tener en cuenta que es importante buscar una falla en flexión en este tipo de elementos ya que una falla por corte presenta desplazamientos abruptos como se puede notar en un diagrama de interacción.

a) Primero definir las etiquetas Pier Labels para indicar que elementos son muros de corte al programa Etabs.

b) Asignar las Etiquetas Piers a cada una de las placas dibujadas.

c) Discretizar los elementos haciendo uso de la herramienta Divide Shell.

d) Empotrar los nuevos apoyos generados en las placas.

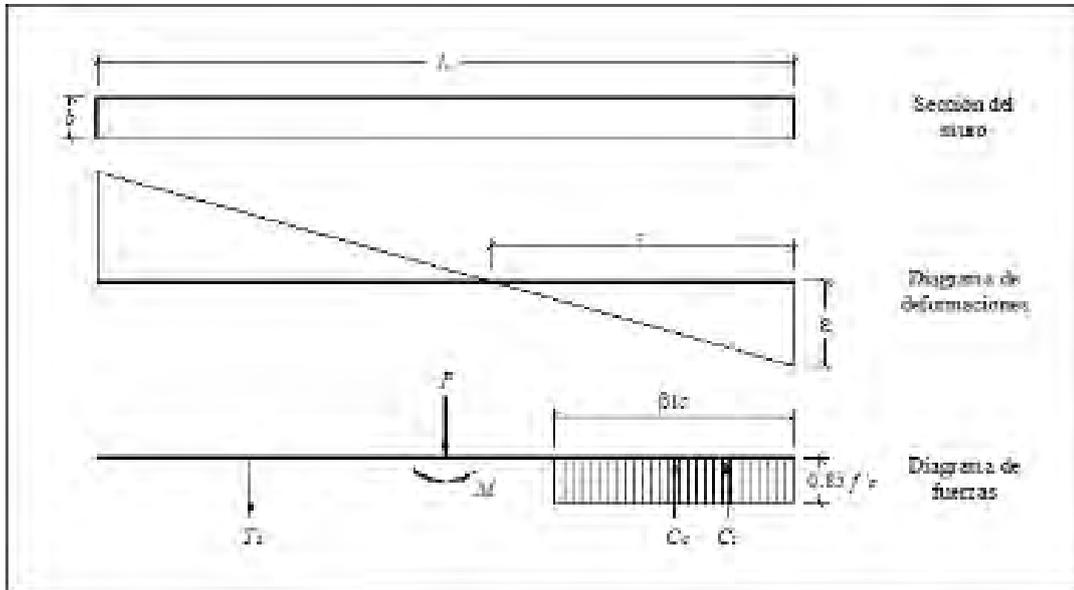
e) Definir las combinaciones de Diseño sísmico según la norma E-060 para poder definir las combinaciones de Diseño para el cálculo del refuerzo.

Iw: Largo del muro

$t_p$ : Ancho del muro

$h_w$ : Alto del muro

$f'c$ : Esfuerzo a compresión.



$\delta_u$ : Desplazamiento relativo de entrepiso inelástica.

Máximo: Máxima deriva inelástica admisible según el ACI-318-14

Análisis: Máxima deriva inelástica Calculada según el ACI-318-14

R: Coeficiente de Reducción de fuerzas sísmicas.

$C_d$ : Coeficiente para el cálculo de derivas inelásticas, según norma peruana es 3/4.

$\delta_{com}$ : Desplazamiento relativo de entrepiso elástica.

### 6.3.2. Cálculo:

El valor de  $C_d$  según la noma peruana para desplazamientos inelásticos es los  $3/4 \cdot R$ , dicho valor se debe ingresar al Etabs previo a correr el modelo.

$$\delta_{com} := 1.675 \text{ cm}$$

Este valor se obtiene del modelo de Etabs, seleccionar la deformada para el combo de diseño, verificar los desplazamientos del punto final de la placa y del punto final del primer nivel, realizar el teorema de Pitágoras según el plano de desplazamiento XZ, YZ; restar ambos valores.

$$R := 7$$

$$\delta_u := \delta_{comb} \cdot Cd = 8.794 \text{ cm}$$

$$Cd := \frac{3}{4} \cdot R = 5.25$$

Estos Valores son según el ACI-318-14.

Estos son conservadores, así mismo se tiene que configurar este valor antes del análisis en el programa Etabs.

**Figura 82**

*Configuración de Coeficientes para Diseño según ACI 318*

Item	Value
03 Rebar Material	Fy= 4200Kgr/cm2
04 Rebar Shear Material	Fy= 4200Kgr/cm2
05 Design System Rho	1
06 Design System Sds	0.5
07 Importance Factor	1
08 System Cd	4.5
09 Phi (Tension Controlled)	0.9
10 Phi (Compression Controlled)	0.65
11 Phi (Shear and/or Torsion)	0.75
12 Phi (Shear Seismic)	0.6
13 Pmax Factor	0.8
14 Number of Curves	.24
15 Number of Points	11
16 Edge Design PT-Max	0.06
17 Edge Design PC-Max	0.04
18 Section Design IP-Max	0.04
19 Section Design IP-Min	0.00517
20 Utilization Factor Limit	1

Los valores a cambiar son los de System Cd, y el factor del item 20 que es Utilización Factor Limit que es para verificar la demanda capacidad.

Los items 16,17 Establecen el máximo porcentaje de cuantías de acero en tracción y compresión de los elementos de borde, de la misma manera en el item 19 se indica la cuantía mínima para dichos elementos.

**6.3.2.1. Verificación por Flexión.**

$h_w$ : Es el valor de la altura total de la placa.

$$h_w := 1700 \text{ cm}$$

$$Análisis := \frac{\delta_u}{h_w} = 0.00517$$



$c$ : Profundidad del eje neutro,  $c_{\text{analysisL}}$  se obtiene del programa Etabs en la hoja de reporte.

$$\text{Maximo} := 0.005$$

$$\text{Final} := \max(\text{Analysis}, \text{Maximo}) = 0.005$$

$$I_w := 120 \text{ cm}$$

$$c_{\text{limitL}} := \frac{I_w}{600 \cdot (1.5 \cdot \text{Final})} = 25.776 \text{ cm}$$

$$c_{\text{analysisL}} := 40.819 \text{ cm}$$

```
if  $c_{\text{analysisL}} > c_{\text{limitL}}$                                 ="Si necesita elementos de borde"  
  || "Si necesita elementos de borde"  
else  
  || "No necesita elementos de borde"
```

$$c_{\text{limitR}} := \frac{I_w}{600 \cdot (1.5 \cdot \text{Final})} = 25.776 \text{ cm}$$

$$c_{\text{analysisR}} := 40.819 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se verifica que por flexión se necesita los elementos de borde, dicha verificación simplificada se encuentra en la hoja de resumen de resultados de diseño de muro en Boundary Element Check (C Limit).

6.3.2.2. Verificación por Compresión.

Boundary Element Check (ACI 18.10.6.3, 18.10.6.4)

Station Location	ID	Edge Length (cm)	Governing Combo	P <sub>u</sub> (kgf)	M <sub>u</sub> (kgf-cm)	Stress Comp (kgf/cm <sup>2</sup> )	Stress Limit (kgf/cm <sup>2</sup> )	C Depth (cm)	C Limit (cm)
Top-Left	Lag 1	10	1.25(CM+CV)+SISMO	68589.2	-460968.46	38.17	42	20	25.779
Top-Right	Lag 1	10	1.25(CM+CV)+SISMO	68589.2	497858.6	38.96	42	20	25.779
Bottom-Left	Lag 1	18	1.25(CM+CV)+SISMO	70749.2	-5909578.82	152.6	42	30	25.779
Bottom-Right	Lag 1	18	1.25(CM+CV)+SISMO	70749.2	5823432.66	150.8	42	30	25.779

$$P_u := 68589.20 \text{ kgf}$$

$$M_u := 4978.69 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$t_c := 20 \text{ cm}$$

$$A_{seccion} := t_p \cdot l_w = 2400 \text{ cm}^2$$

$$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Esfuerzo_{limite} := 0.2 \cdot f'_c = 42 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Esfuerzo_{analisis} := \frac{P_u}{A_{seccion}} + 6 \cdot \frac{M_u}{t_p \cdot l_w^2} = 38.951 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

```

if Esfuerzoanalisis > Esfuerzolimite      = "No necesita elementos de borde"
|
| "Si necesita elementos de borde"
else
|
| "No necesita elementos de borde"

```

Por lo tanto, según el análisis, las placas necesitan los elementos de borde, cuya función es poder confinar e incrementar la resistencia a flexo - compresión.



### 6.3.3. Diseño de Elementos de Borde.

Para el diseño debemos tener en cuenta que previamente ya se tienen la necesidad del elemento de borde, por lo que haciendo uso de la herramienta Asignar diseño al elemento Pier usamos la opción Simplieft C and T Desing para que Autocalcule la longitud de los elementos de borde, una vez conocido estos valores de longitud, colocamos dichos valores en las casillas correspondientes para luego en la hoja de resumen de cálculos sacar las fuerzas de tensión y compresión teniendo en cuenta el signo, finalmente las cuantías calculadas deberán ser iguales a los valores calculados por el Etabs

**Flexural Design for P and M<sub>3</sub> —Tension Reinforcement**

Station Location	Edge Length cm	Rebar Area cm <sup>2</sup>	Tension Combo	P <sub>u</sub> kgf	M <sub>u3</sub> kgf-cm
Left Top	20	3.11	0.9CM-SISMO	-13703.46	490702.59
Right Top	20	3.05	0.9CM-SISMO	-13703.46	-467534.47
Left Bot	30	18.79	0.9CM-SISMO	-12148.26	5845601.93
Right Bot	30	18.91	0.9CM-SISMO	-12148.26	-5887407.35

**Flexural Design for P and M<sub>3</sub> —Compression Reinforcement**

Station Location	Edge Length cm	Rebar Area cm <sup>2</sup>	Compression Combo	P <sub>u</sub> kgf	M <sub>u3</sub> kgf-cm
Left Top	20	0.85	1.25(CM+CV)-SISMO	68589.2	-460368.46
Right Top	20	1.03	1.25(CM+CV)-SISMO	68589.2	497868.6
Left Bot	30	21.68	1.25(CM+CV)-SISMO	70749.2	-5909576.62
Right Bot	30	21.23	1.25(CM+CV)-SISMO	70749.2	5823432.66

$AnchoMin_{IzqA}$ : Ancho mínimo para elementos de borde.

$AnchoMin_{IzqB}$ : Ancho mínimo para elementos de borde.

El ancho mínimo será el mayor valor calculado a partir de las dos formulas

$$AnchoMin_{IzqA} := C_{analysisL} - 0.1 \cdot l_w = 28.819 \text{ cm}$$

$$AnchoMin_{IzqB} := \frac{C_{analysisL}}{2} = 20.41 \text{ cm}$$

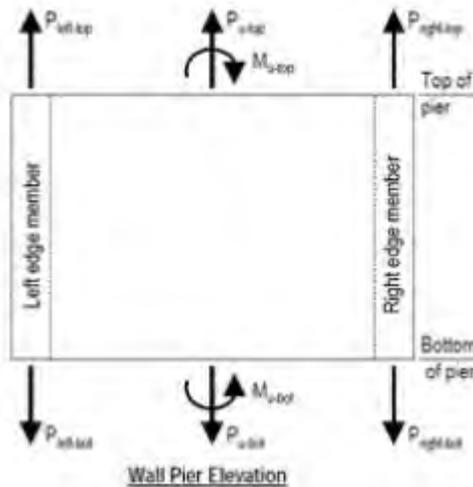
$$AnchoMin_{Izq} := \max(AnchoMin_{IzqA}, AnchoMin_{IzqB}) = 28.819 \text{ cm}$$

$$AnchoMin_{Derech} := AnchoMin_{Izq} = 28.819 \text{ cm}$$

El valor del ancho requerido del elemento de borde será calculado por el programa ETABS de forma iterativa, el cual será introducido en la presente hoja de calculo

$$AnchoRequer_{Izq} := 30 \text{ cm}$$

$$AnchoRequer_{Derech} := 30 \text{ cm}$$



$AgMb_{Izq}$  : Área total del Miembro de Borde.

$$AgMb_{Izq} := AnchoRequer_{Izq} \cdot t_p = 600 \text{ cm}^2$$

$long_{efectiva}$  : Longitud efectiva del elemento de borde.

$$long_{efectiva} := l_w - \frac{1}{2} \cdot AnchoRequer_{Izq} - \frac{1}{2} \cdot AnchoRequer_{Derech} = 90 \text{ cm}$$

Los valores de carga y momento serán extraídos del programa ETABS, dichos valores serán calculados según la combinación de diseño.

$$Pu_{traccion} := 12148.26 \text{ kgf}$$

$$Mu_{traccion} := 58874.0735 \text{ kgf} \cdot m$$

$$Pdiseno_{traccion} := \frac{Pu_{traccion}}{2} + \frac{Mu_{traccion}}{long_{efectiva}} = 71489.767 \text{ kgf}$$

$$Pu_{compresion} := 70749.20 \text{ kgf}$$

$$M_{u_{compresion}} := 58234.3266 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$P_{diseno_{compresion}} := \frac{P_{u_{compresion}}}{2} + \frac{M_{u_{compresion}}}{long_{efectiva}} = 100079.407 \text{ kgf}$$

$$P_{left-top} = \frac{P_{u-top}}{2} + \frac{M_{u-top}}{(L_p - 0.5B_{1-left} - 0.5B_{1-right})}$$

$$P_{right-top} = \frac{P_{u-top}}{2} - \frac{M_{u-top}}{(L_p - 0.5B_{1-left} - 0.5B_{1-right})}$$

### 6.3.3.1. Diseño en Tracción

$$p_{max_{factor}} := 0.80 \quad \varphi_t := 0.9$$

$$\varphi_c := 0.65$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$A_{sc}$ : Área de acero del miembro de borde en Compresión

$A_{st}$ : Área de acero del miembro de borde en Tracción

$$A_{st} := \frac{P_{diseno_{traccion}}}{\varphi_t \cdot f_y} = 18.913 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_{st}}{AgMb_{Izq}} = 3.152\%$$

### 6.3.3.2. Diseño en Compresión

$$A_{sc} := \frac{\frac{abs(P_{diseno_{compresion}})}{p_{max_{factor}} \cdot \varphi_c} - 0.85 \cdot f'c \cdot AgMb_{Izq}}{f_y - 0.85 \cdot f'c} = 21.226 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_{sc}}{AgMb_{Izq}} = 3.538\%$$



### 6.3.3.3. Diseño por corte

Shear Design

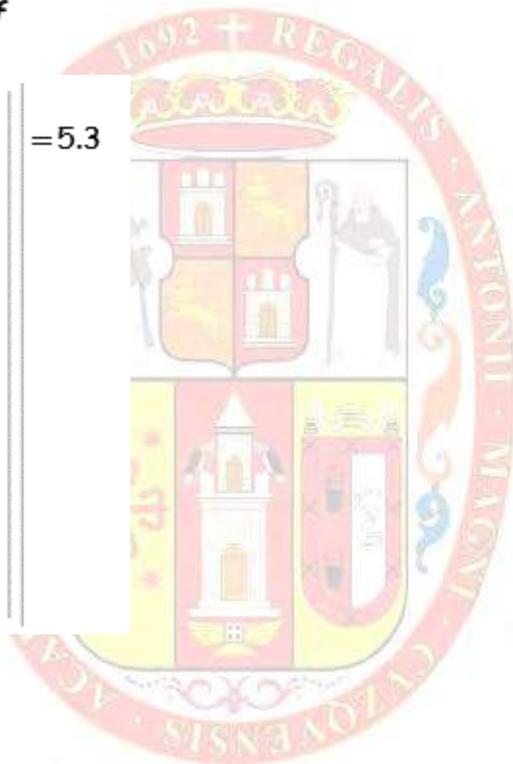
Station Location	ID	Rebar cm <sup>2</sup> /cm	Shear Combo	P <sub>v</sub> kgf	M <sub>v</sub> kgf-cm	V <sub>u</sub> kgf	ΦV <sub>c</sub> kgf	ΦV <sub>n</sub> kgf
Top	Leg 1	0.05	1.25(CM+CV)-SISMO	-1364.07	497868.6	21128.57	11066.27	26186.27
Bottom	Leg 1	0.05	1.25(CM+CV)-SISMO	795.93	5823432.66	21128.57	7222.28	22342.28

V<sub>u</sub>: Fuerza cortante presente en el elemento, dicho valor es extraído del programa Etabs.

$$V_u := 21128.57 \text{ kgf}$$

$$\phi V_c := 11066.27 \text{ kgf}$$

$$\alpha := \begin{cases} \text{if } \frac{h_w}{l_w} > 1.5 \\ \quad \text{if } \frac{h_w}{l_w} > 2 \\ \quad \quad 5.3 \\ \quad \text{else} \\ \quad \quad \frac{1.5}{9.5} \cdot \frac{l_w}{h_w} \\ \text{else} \\ \quad 7.95 \end{cases} = 5.3$$



$$\phi v_{sismico} := 0.6$$

$$\rho_{min} := 0.0025$$

$$\rho_{max} := 0.8$$

$$\alpha = 5.3$$

$$\phi V_{c_{sism}} := \alpha \cdot \sqrt{\frac{f'c \cdot \text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot A_{seccion} \cdot \phi v_{sismico} = 110598.187 \text{ kgf}$$



$$A_{v_{requerida}} := \frac{Vu - \min(\phi V_c, \phi V_{c_{sism}})}{f_y \cdot I_w \cdot \rho_{max}} = 0.025 \frac{cm^2}{cm}$$

$$A_{v_{min}} := \frac{\rho_{min} \cdot A_{seccion}}{I_w} = 0.05 \frac{cm^2}{cm}$$

$$\phi V_n := \phi V_c + 0.75 \cdot \max(A_{v_{requerida}}, A_{v_{min}}) \cdot f_y \cdot 0.8 \cdot I_w = 26186.27 \text{ kgf}$$

Design Code Parameters

$\Phi_T$	$\Phi_C$	$\Phi_V$	$\Phi_V$ (Seismic)	IP <sub>MAX</sub>	IP <sub>MIN</sub>	P <sub>MAX</sub>
0.9	0.65	0.75	0.6	0.04	0.0025	0.8

Finalmente, según los datos presentados en el análisis, en el primer nivel se requieren elementos de borde más en toda la estructura de la placa no necesariamente, por lo la solución de refuerzo será el incremento de la cuantía de acero en el primer nivel, esto siempre se realiza verificando la relación demanda capacidad.

El procedimiento se resume:

- Calcular el refuerzo uniforme y descartar elementos de borde.
- Si el cálculo indica que se necesita elementos de borde hacer uso de la herramienta de "Simplieft C and T Desing " esto para que el programa calcule el espesor del elemento de borde.
- finalmente usar el General Section Designer para poder dibujar los elementos de borde, así como el refuerzo del alma de placa ya que en el paso b, el programa desprecia la resistencia del alma.

## 6.4. Análisis y Diseño de Losas Aligeradas

### 6.4.1. Conceptos Fundamentales

Primero: El cálculo de una losa aligerada en una sola Dirección se realiza mediante el análisis de las viguetas que la componen.

Segundo: El cálculo de las cuantías de acero se realizarán en la cara de viga principal.

Tercero: Se deberá considerar las zonas en compresión y tracción según corresponda el diagrama de momentos, eso debido a que en ciertos casos se presentan varios tramos apoyados los cuales contribuyen a esa inversión de momentos.

Cuarto: El diseño se realizará tomando en cuenta que se usará un metrado de cargas en un ancho unitario, dicho ancho de forma general se asume 40cm y el ancho de la vigueta de 10cm.

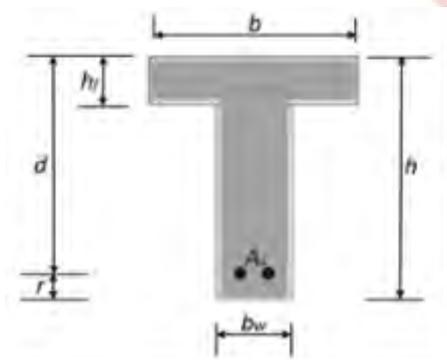
Quinto: Se colocará la carga muerta en toda la longitud de viga T, la carga viva se aplicará según diferentes disposiciones como lo indica la bibliografía, así mismo dichas cargas vivas serán combinadas para obtener un envolvente, dicha envolvente debe de ser de tipo "envelope".

Luego de haber realizado dicha combinación se procederá a considerar una nueva combinación del tipo  $1.4CV + 1.7CM$  y se debe tomar en consideración que se debe de definir el tipo con "linear" para obtener la suma de los efectos de dichas cargas.

**6.4.2. Predimensionamiento**

**PERALTES O ESPESORES MÍNIMOS DE VIGAS NO PREESFORZADAS O LOSAS REFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFLEXIONES**

	Espesor o peralte mínimo, $h$			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$



Donde:

$L := 4.75 \text{ m}$

$h := \frac{L}{21} = 0.226 \text{ m}$

$h := 0.20 \text{ m}$

### 6.4.3. Metrado de cargas.

PP: Peso propio de la losa por unidad de área.

SCPs: Sobre carga permanente debido al servicio por unidad de área.

SCP<sub>a</sub>: Sobre carga permanente debido a los acabados por unidad de área.

CVs: Carga viva debido al servicio por unidad de área.

$$P_p := 300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad SCP_s := 150 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad SCP_a := 100 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \quad CV_s := 300 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

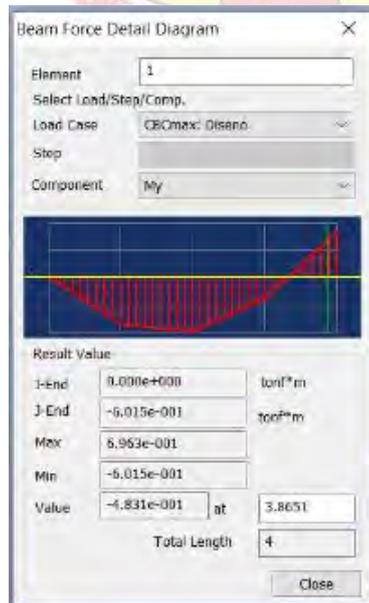
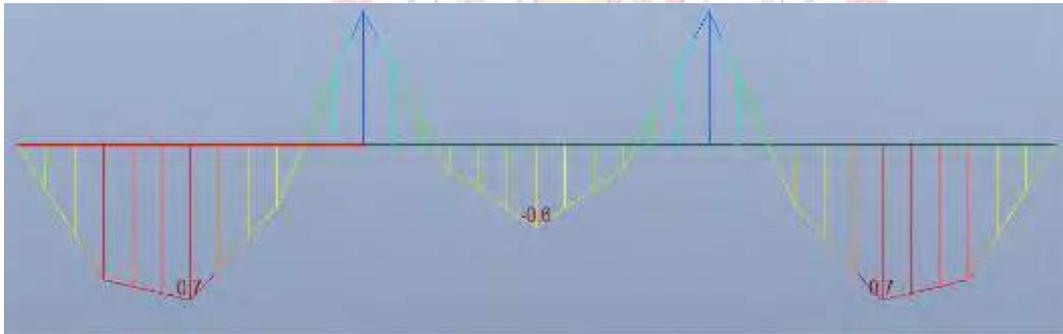
$$CM := 0.4 \text{ m} \cdot P_p + 0.4 \text{ m} \cdot SCP_s + 0.4 \text{ m} \cdot SCP_a = 220 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$CV := 0.4 \text{ m} \cdot CV_s = 120 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

$$Multimo_{cara} := 0.7147 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

$$Multimo_{centro} := 0.6936 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

### 6.4.4. Diagrama de Momentos Calculado en el Programa Midas Gen.





Se debe tener en cuenta que para el cálculo de las cuantías de acero estas se deben hacer para las máximas solicitaciones presentes en las viguetas, estas solicitaciones están ubicadas en la cara de la viga principal y al centro del tramo por lo que para ambos casos se tendrá que realizar dicho cálculo.

$$Multimo_{cara} := 0.7147 \text{ tonf} \cdot m$$

$$Multimo_{centro} := 0.6936 \text{ tonf} \cdot m$$

#### 6.4.5. Cálculo de las Cuantías de Acero por Flexión.

$$f_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad b := 10 \text{ cm} \quad d := h - 3 \text{ cm} = 0.17 \text{ m}$$

$$\phi := 0.9$$

$$A_s := \frac{0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot d}{f_y} - \sqrt{\frac{1.7 \cdot f_c \cdot b}{f_y^2} \cdot \left( \frac{0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot d^2}{2} - \frac{Multimo_{cara}}{\phi} \right)} = 1.091 \text{ cm}^2$$

$$f_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad b := 40 \text{ cm} \quad d := h - 3 \text{ cm} = 0.17 \text{ m}$$

$$\phi := 0.9$$

$$A_s := \frac{0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot d}{f_y} - \sqrt{\frac{1.7 \cdot f_c \cdot b}{f_y^2} \cdot \left( \frac{0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot d^2}{2} - \frac{Multimo_{centro}}{\phi} \right)} = 0.996 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, el acero positivo será de una varilla de 1/2 en todo el tramo y el acero negativo será una varilla de 1/2 en todo el tramo + una varilla de 3/8 desde la viga principal hasta el tercio de luz de la vigueta.

#### 6.4.6. Cálculo de Cuantías de Acero por Flexión en el Programa Midas Gen.

- Una vez el modelo con las cargas y el cálculo de momentos se procederá a definir el código de diseño en este caso el ACI -318
- Definir los factores de reducción.
- Modificar las propiedades del concreto, para ello colocar el material definido previamente (concreto 210), especificar la resistencia a la compresión para luego definir las propiedades del acero haciendo uso de la norma ASTM, considerando el factor  $F_y$  y el grado del acero (60).



d) Luego debemos considera que el programa calcula un envolvente máxima y mínima cuando el tipo de combinación es lineal, por lo que esos valores de momento son los utilizados en el cálculo de las cuantías por flexión.

e) Luego debemos considerar que el programa calcula un envolvente máxima y mínima cuando el tipo de combinación es lineal, por lo que esos valores de momento son los utilizados en el cálculo de las cuantías por flexión.

f) Luego se debe de definir el criterio de diseño de acero, por lo que deberemos especificar el diámetro de varilla utilizado en el acero longitudinal, así como el diámetro de varilla utilizado en los estribos, un punto importante es que debemos de definir el recubrimiento en nuestro caso (2.5cm) (dt, DB), en caso de haberlo defino el programa no realizara el diseño.

g) finalmente correr el análisis, revisar cuantías y compararlas con la cuantía mínima que se establece en la norma.

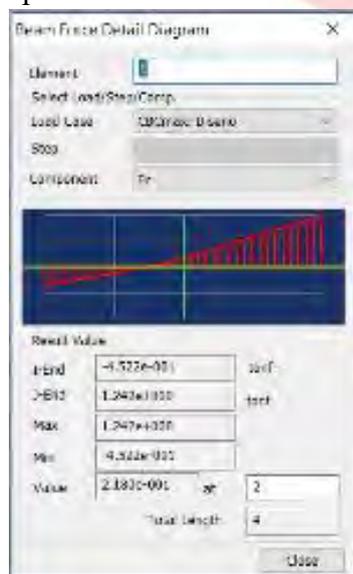
#### 6.4.7. Verificación por corte.

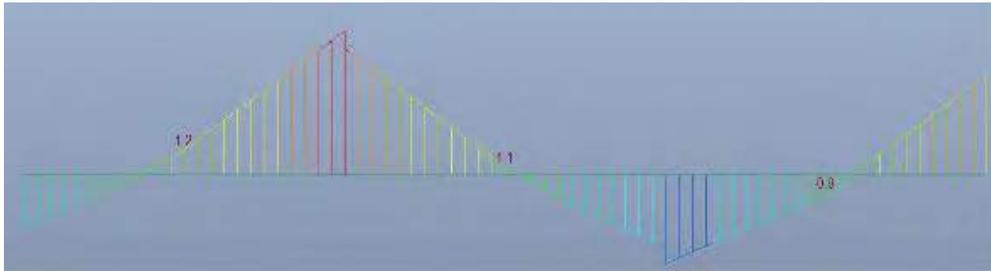
$$b_w := 10 \text{ cm}$$

$$V_s := (1.1) 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b_w \cdot d = 1.583 \text{ tonf}$$

##### 6.4.7.1. Diagrama de Cortantes:

Nuestra resistencia a la cortante de la sección es de 1.583 tonf, se verifica que el valor de la cortante que se aplica al modelo es de 1.242 para una combinación máxima de diseño por lo que cumple satisfactoriamente la verificación por cortante.





**6.4.8. Cálculo de las deflexiones.**

**6.4.8.1. Análisis en el Centro.**

$$h := 0.2 \text{ m} \quad h_f := 7.5 \text{ cm} \quad b := 40 \text{ cm} \quad b_w := 10 \text{ cm}$$

$$y_t := \frac{b \cdot h_f \cdot \left(h - \frac{h_f}{2}\right) + b_w \cdot \frac{(h - h_f)^2}{2}}{b \cdot h_f + b_w \cdot (h - h_f)} = 13.309 \text{ cm}$$

Donde  $y_t$  es la distancia del eje neutro

$$I_g := \frac{b \cdot h_f^3}{12} + b \cdot h_f \cdot \left(h - \frac{h_f}{2} - y_t\right)^2 + \frac{b_w \cdot (h - h_f)^3}{12} + b_w \cdot (h - h_f) \cdot \left(y_t - \left(\frac{h - h_f}{2}\right)\right)^2$$

$$I_g = (11.8574 \cdot 10^3) \text{ cm}^4$$

a la fibra en tracción.

Donde  $I_g$  es el valor del momento de inercia de la sección bruta

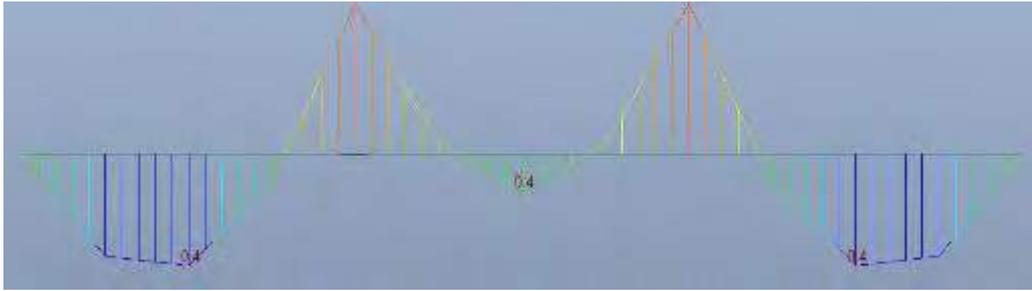
$$f_r := 2 \cdot \sqrt{f_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 28.983 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Donde  $f_r$  es el módulo de rotura.

$$M_{cr} := \frac{f_r \cdot I_g}{y_t} = 0.285 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$

Donde  $M_{cr}$  es el momento de rotura.

Ahora observamos el valor de los momentos producidos por la carga muerta y los comparamos con el valor del momento de rotura.



Por lo tanto, se observa que el valor del momento debido a la carga muerta es mayor al momento de rotura, y con mucha más razón para una combinación de carga muerta y carga viva en todo el tramo, en conclusión, del análisis no se podrá usar las inercias brutas sino las inercias efectivas debido al agrietamiento.

$$y_t := \frac{b \cdot h_f \cdot \left(h - \frac{h_f}{2}\right) + b_w \cdot \frac{(h - h_f)^2}{2}}{b \cdot h_f + b_w \cdot (h - h_f)} = 13.309 \text{ cm}$$

$$E_s := 2000000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_c := 15000 \cdot \sqrt{f_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = 217370.651 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$n := \frac{E_s}{E_c} = 9.201$$

Definimos el área de acero en compresión  $A's$  en la parte media de uno de los tramos, así como la distancia de la cara externa al centro del refuerzo en compresión ( $d'$ ),  $A_s$  es el área de acero a tracción.

$$A's := 0 \cdot \text{cm}^2 \quad d' := 3 \text{ cm} \quad A_s := 1.29 \text{ cm}^2 \quad d = 17 \text{ cm}$$

Parámetro iterativo  $C_{cr}$  de agrietamiento, hasta llegar a cero en la siguiente expresión.

$$C_{cr} := 2.8939 \text{ cm}$$

$$\frac{b \cdot C_{cr}^2}{2} + (2 \cdot n - 1) \cdot A's \cdot (C_{cr} - d') - n \cdot A_s \cdot (d - C_{cr}) = 0.066 \text{ cm}^3$$

Procederemos a calcular el momento de inercia agrietado de la sección

$$I_{cr} := \frac{b_w \cdot C_{cr}^3}{3} + n \cdot A_s \cdot (d - C_{cr})^2 + (2 \cdot n - 1) \cdot A's \cdot (C_{cr} - d')^2 = 2442.528 \text{ cm}^4$$

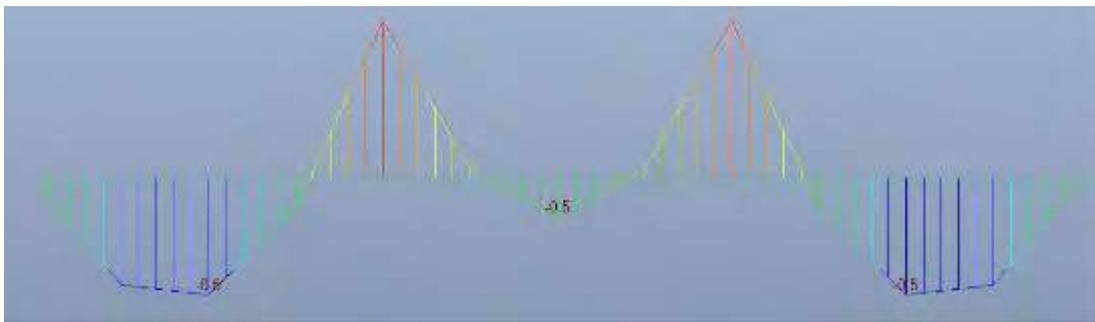
Procederemos a calcular el momento de inercia efectivo en el CENTRO.

$$I_{e3} := I_{cr} + (I_g - I_{cr}) \cdot \left( \frac{M_{cr}}{M_{\text{Multimo}_{\text{centro}}}} \right)^3 = 3093.206 \text{ cm}^4$$

**6.4.8.2. Análisis en el Extremo.**

Se observa que, para una combinación de carga muerta, carga viva en todo el tramo, servicio (CM+CV), el momento máximo es de 0.5224 tonf.m por lo que el momento de agrietamiento es mayor al momento aplicado.

$$y_c := h - y_t = 6.691 \text{ cm} \qquad M_{cr} := \frac{f_r \cdot I_g}{y_c} = 0.566 \text{ tonf} \cdot \text{m}$$



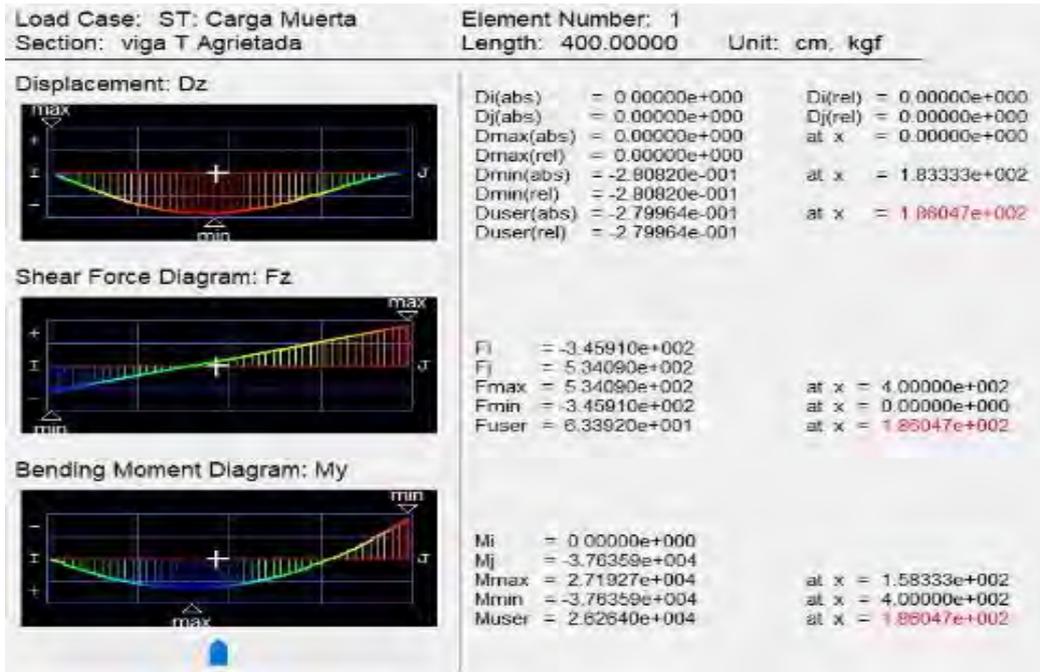
Procederemos a calcular el momento de inercia efectivo en el EXTREMO

$$I_{e2} := I_g = 11857.384 \text{ cm}^4$$

Procederemos a calcular el momento de inercia efectivo promedio de la sección, para luego colocar dicho valor en el programa Midas Gen. y hacer el cálculo con la sección agrietada.

$$I_{e_{\text{promedio}}} := \left( \frac{I_{e2} + 2 \cdot I_{e3}}{3} \right) = 6014.598 \text{ cm}^4$$

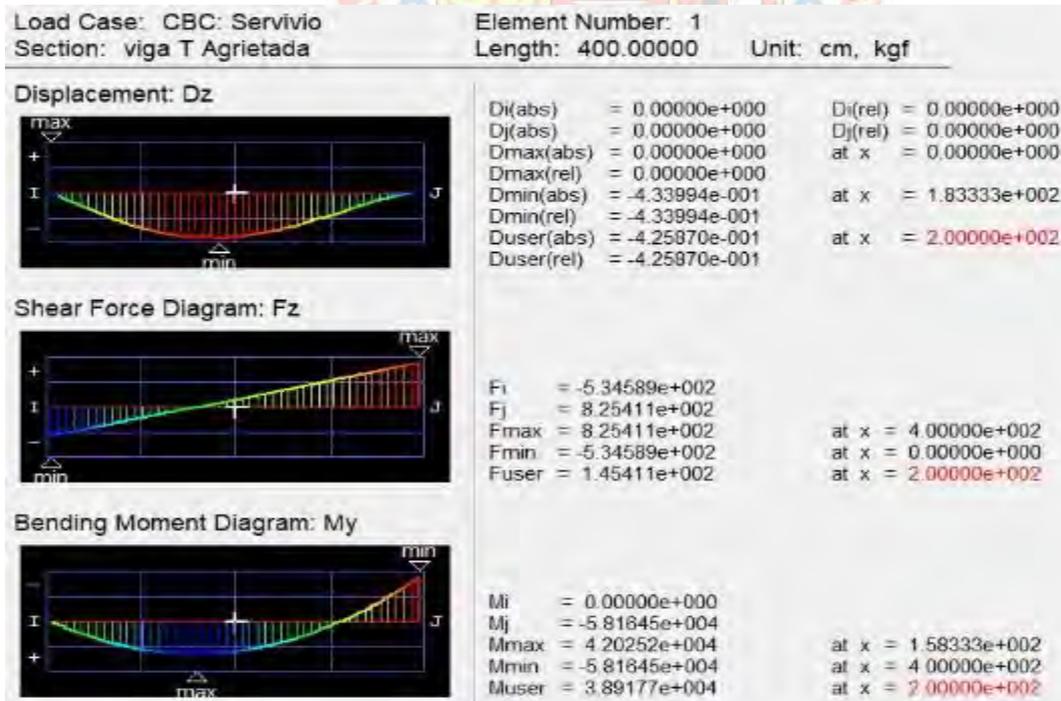
$$\text{Coeficiente} := \frac{I_{e_{\text{promedio}}}}{I_g} = 0.507$$



Por lo tanto, para el caso de carga muerta se tiene que el desplazamiento máximo es de 0.27996 cm.

### 6.4.8.3. Cálculo de deflexiones Para el Caso de SERVICIO.

Se tendrá que realizar el mismo proceso anterior para calcular el desplazamiento máximo para el caso de carga de SERVICIO (CM+CV).





Por lo tanto, para el caso de SERVICIO se tiene que el desplazamiento máximo es de 0.433994 cm.

#### 6.4.8.4. Cálculo de Deflexiones para el Caso CARGA VIVA

Este valor se calcula en función a las deflexiones calculadas anteriormente para luego ser comparadas con las deflexiones admisibles que indica la norma de diseño de concreto armado.

$$Deflec_{CM} := 0.27966 \text{ cm}$$

$$Deflec_{SERV} := 0.433994 \text{ cm}$$

$$Deflec_{CV} := Deflec_{SERV} - Deflec_{CM} = 0.154 \text{ cm}$$





## CAPÍTULO VII

## 7. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS

## 7.1. Resumen Resultados Encuestas

**Tabla 143**  
*Resumen Encuestas*

Resumen e Interpretación de Resultados			
Estadístico	Media	Unid	Descripción
Tiempo de Desencofrado de Columnas	2.01	días	La mayoría de encuestados realizan el desencofrado de columnas en "2 días"
Tiempo de desencofrado de Vigas	18.67	días	La mayoría de encuestados realizan el desencofrado de vigas en "18 días"
Tiempo de Desencofrado de Placas	2.32	días	La mayoría de encuestados realizan el desencofrado de placas en "2 días"
Tiempo de Desencofrado de losa	19.13	días	La mayoría de encuestados realizan el desencofrado de losa en "19 días"
Orden Asentado de muro	3.22		La mayoría de encuestados realizan en "tercer orden" la ejecución del asentado de muro
Orden Vaciado Falso piso	4.75		La mayoría de encuestados realizan en "quinto orden" la ejecución del Vaciado Falso piso
Orden Revestimientos	5.18		La mayoría de encuestados realizan en "quinto orden" la ejecución del Revestimiento
Orden Vaciado de Columnas	1.45		La mayoría de encuestados realizan en "segundo orden" la ejecución del Vaciado de Columnas
Orden Armado de Losa	2.74		La mayoría de encuestados realizan en "tercer orden" la ejecución del Armado de Losa
Orden Vaciado de Losa	3.61		La mayoría de encuestados realizan en "cuarto orden" la ejecución del Vaciado de Losa
Ejecución de Muros después del Vaciado de Losa	13.696	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Muros después de "14 días" luego del Vaciado de Losa
Ejecución de Falso piso después del Vaciado de Losa	19.97	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Falso piso después de "20 días" luego del Vaciado de Losa
Ejecución de Revestimientos después del Vaciado de Losa	22.10	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Revestimientos después de "22 días" luego del Vaciado de Losa
Ejecución de Vaciado de Columnas después del Vaciado de Losa	9.24	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Vaciado de Columnas después de "09 días" luego del Vaciado de Losa
Ejecución de Armado de Losa después del Vaciado de Losa	14.01	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Armado de Losa después de "14 días" luego del Vaciado de Losa
Ejecución de Vaciado de Losa después del Vaciado de primera Losa	15.10	días	La mayoría de encuestados realizan la Ejecución de Vaciado de Losa después de "15 días" luego del Vaciado de la Losa anterior



Estadístico	Media	Unid	Descripción
Nivel de piso a partir del cual se subirá el material	2.33		La mayoría de encuestados subirán el material de trabajo a partir del "2do" Nivel"
Método usado para el Vaciado de Losa	3.81		La mayoría de encuestados realizan el Vaciado de Losa con " Winche los 4 primeros Niveles y demás con Bomba."
Nivel de Almacenaje de agregados Para Muros y Agregados	1.37		La mayoría de encuestados realizan el Almacenaje de agregados Para Muros en el " Primer Nivel"
Nivel de Almacenaje de agregados Para Elementos Estructurales	1.23		La mayoría de encuestados realizan el Almacenaje de agregados Para Elementos Estructurales en el " Primer Nivel"
Aditivo Usado	2.22		La mayoría de encuestados utilizan "aditivo acelerante de fragua"
Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Nivel Previo al Actual	15.91	%	La mayoría de encuestados Almacenan el "17.558%" de Albañilería en el Nivel Previo al Actual
Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Nivel Actual	31.03	%	La mayoría de encuestados Almacenan el "30.529%" de Albañilería en el Nivel Actual
Porcentaje de Albañilería Almacenado en el Primer Nivel	28.60	%	La mayoría de encuestados Almacenan el "17.558%" de Albañilería en el Primer Nivel
Tipo de Encofrado Utilizado	2.15		La mayoría de encuestados utilizan "Encofrado Metálico"
Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar la losa	2.17		La mayoría de encuestados Almacenan el encofrado en el "Nivel en el que se ejecuta el trabajo"
Nivel de Almacenamiento de Encofrados al Realizar Columnas y Placas	2.17		La mayoría de encuestados Almacenan el encofrado en el "Nivel en el que se ejecuta el trabajo"
Nro. de Maestro de Obra	1.03		La mayoría de encuestados requieren de "01 Maestro de Obra" para ejecutar un área de construcción de aproximadamente 100 m2.
Nro. de Operarios	3.42		La mayoría de encuestados requieren de "03 Operarios" para ejecutar un área de construcción de aproximadamente 100 m2.
Nro. de Peones	7.26		La mayoría de encuestados requieren de "07 Peones" para ejecutar un área de construcción de aproximadamente 100 m2.
Tiempo en que se realiza el vaciado de una losa de entrepiso	18.70		La mayoría de encuestados requieren de "18 días" para la ejecución de dos losas contiguas con un área aproximada de 100 m2.



## 7.2. Resumen Muestreo

**Tabla 144***Resumen Variables Estadísticas Muestreo*

<b>VARIBLES ESTADÍSTICAS</b>	<b>RESULTADO</b>
Número de pisos	10 pisos
Área aproximada	206 m <sup>2</sup>
Uso de la edificación	Vivienda
Ubicación de la edificación c/r a la man2zana	Intermedio
Sistema estructural	Concreto Armado
Regularidad del área en planta	Si (Rectangular)
Volado	Si
Azotea	Si

## 7.3. Comparación de Resultados Obtenidos en Modelamientos

### 7.3.1. Comparación de Resultados Obtenidos en Modelamiento con software Etabs

#### 7.3.1.1. Desplazamiento

Podemos apreciar que en el modelo realizado por peso propio los mayores desplazamientos se producen en los últimos pisos, describiendo una curva cuasi lineal; mientras que el modelo por etapas constructivas presenta los máximos desplazamientos en los pisos intermedios superiores 5to y 6to, reduciéndose drásticamente para los siguientes pisos.

Los desplazamientos máximos obtenidos en ambos modelamientos son los siguientes:

- ✓ Desplazamientos Máximos por Peso Propio :2.4 mm
- ✓ Desplazamientos Máximos por Etapas Constructivas :3.7 mm
- ✓ Desplazamientos Máximos por Etapas Constructivas a los 10000 días: 14 mm

Por lo tanto, podemos indicar que se obtienen desplazamientos mayores en un análisis por Secuencia Constructiva, alrededor del 50% superior al Desplazamiento máximo por Peso Propio, sin embargo, dichos valores vendrían a ser no significativos.



### 7.3.1.2. *Derivas*

Los valores son del orden de decimas de milímetros los que son no significativos, aun así, se aprecia que en el modelo por etapas constructivas el comportamiento es caótico en comparación al modelo por Peso Propio que tiene un comportamiento lineal,

### 7.3.1.3. *Momentos*

#### 7.3.1.3.1. *Momentos en Elementos Frame-Columnas*

Del comparativo podemos observar que se aprecia un reordenamiento de los valores de momentos, en el sentido siguiente:

- ✓ En el modelo por Secuencia Constructiva se obtienen valores mayores superiores al 50% de los obtenidos por Peso Propio, en las partes superiores de las columnas.
- ✓ En el modelo por Secuencia Constructiva se obtienen valores menores inferiores hasta en un 20% de los obtenidos por Peso Propio, en las partes inferiores de las columnas.
- ✓ Del comparativo podemos afirmar que en general por Secuencia Constructiva se obtienen valores de momentos mayores entre un 20 a 30% que los momentos por Peso Propio.

### 7.3.1.4. *Cortantes*

#### 7.3.1.4.1. *Cortantes en Elementos Frame (Columnas)*

Se observa que los resultados obtenidos por Secuencia Constructiva son menores que los de Peso Propio, como se detalla a continuación:

- ✓ En los niveles inferiores los cortantes por Secuencia Constructiva son mínimamente inferiores a los de Peso Propio, dicho patrón se mantiene hasta el sexto nivel.
- ✓ A partir de sexto nivel se observa una marcada diferencia de valores de cortante, en los que por Peso Propio llega a ser incluso mayor hasta un 60 a 70% en el último nivel.

#### 7.3.1.4.2. *Análisis de Momentos en Elementos Frame-Vigas*

Del modelo por etapas constructivas, etapa 24 (final) vs modelo con carga Peso Propio, podemos evidenciar en cuanto a los elementos Frame-Vigas una diferencia de valores



donde los momentos son mayores en los primeros niveles en un 20 a 25% aproximadamente, los que a medida que subimos los niveles dichos momentos se van igualando, y en la parte superior en los pisos superiores se aprecian que los momentos por Secuencia constructiva son menores a los del modelo con carga Peso Propio en un 15 a 20% aproximadamente.

De los modelos por secuencia constructiva al comparar los momentos en la viga de techo de sótano, podemos apreciar que los valores de momentos van aumentando a medida que se activan las etapas constructivas hasta llegar a la etapa final.

### 7.3.2. Comparación de Resultados Obtenidos con el Software Midas Gen

El visualizar las solicitaciones de cortante y flexión de la estructura como si esta se hubiera construido de una sola vez es una simplificación del modelo, donde se desprecian fuerzas aplicadas a la estructura durante del proceso constructivo, en algunos casos dichas fuerzas debido al proceso constructivo y a la evolución de la resistencia del material generan esfuerzos, los cuales pueden ser significativos o no dependiendo del uso y altura de la edificación; en la presente investigación al haber realizado un análisis de secuencia constructiva se encontró que el valor del desplazamiento DXYZ en Midas gen fue de 12.45mm y el valor de dicho desplazamiento DXYZ en Etabs fue de 13.58mm siendo la diferencia de resultados en ambos modelos de 9.07%, dicho desplazamiento máximo se encontró en la parte central de la estructura y que para una edificación de 11 niveles es imperceptible, finalmente durante el análisis por secuencia constructiva presento el fenómeno denominado “ COLUMN SHORTENING ” es decir acortamiento de columnas así como la redistribución de momentos y la generación de nuevos esfuerzos debido a excentricidades tanto en vigas y en columnas, los muros de corte presentan efectos de acortamientos mínimos debido a su sección por lo que ambos modelos representaron de forma semejante dichos efectos dentro de los modelos estructurales.

Durante el estudio estadístico realizado en la presente investigación, se determinaron tiempos promedios de 8 días en la ejecución de muros de corte hasta el desencofrado, 7 días en



la ejecución de columnas hasta el desencofrado y finalmente una duración de 17 días en la ejecución de losas aligeradas hasta el desencofrado, dichos valores fueron considerados en el análisis para el cálculo de los efectos de la secuencia constructiva.

Teóricamente al calcular estructuralmente una estructura esta es modelada con una resistencia a los 28 días, por lo que al realizar el estudio estadístico se encontró dos grandes grupos los cuales tenían un sesgo respecto al tiempo de desencofrado de 1 día y el otro grupo un sesgo a los 28 días, es así que para la presente investigación consideramos el valor con la menor dispersión que serían los de 7,8 y 17 días que en la práctica suelen ser menores debido a que no son realizadas de manera técnica, finalmente para dichos tiempos no es considerable los efectos de la secuencia constructiva en una estructura de 11 Niveles.

La estructura más susceptible durante un análisis de secuencia constructiva son las columnas de menor sección y que tienen una considerable carga axial, debido tanto a las propiedades dependientes del tiempo como a las imperfecciones constructivas que suelen haber al ejecutar dichos elementos.



## CAPÍTULO VIII

### 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 8.1.1. Conclusiones

1. De la comparación de los elementos Frame (columnas) considerando Etapas Constructivas vs Peso Propio, se obtuvo que las Cortantes son menores hasta en un 20%, mientras que en Momentos se aprecian valores superiores hasta del 30%; mientras que de la comparación de elementos Frame (vigas) considerando Etapas Constructivas vs Peso Propio, se obtuvo que los Momentos actuantes son mayores hasta en 30% ; con lo que el modelamiento por Etapas Constructivas incide directamente sobre el real comportamiento de dichos elementos.
2. Se determinó que los elementos estructurales (vigas) son más susceptibles a sufrir cambios en su respuesta estructural debido al Análisis por etapas Constructivas, ya que se encontró que los momentos actuantes encontrados en el modelamiento por etapas constructivas es superior en hasta 30% con respecto al análisis por Peso Propio.
3. Se determinó que los periodos de tiempo de vaciado y desencofrado de elementos estructurales son los siguientes:
  - ✓ Vaciado de losas de entrepiso: 17 días
  - ✓ Desencofrado de columnas: 2 días
  - ✓ Desencofrado de muros de corte (placas): 3 días
  - ✓ Desencofrado de vigas 18 días,
  - ✓ desencofrado de losas 19 días

también se determinaron los periodos de tiempo mínimos:

- ✓ Vaciado de losas de entrepiso: 14 días
- ✓ Desencofrado de columnas: 1 días
- ✓ Desencofrado de muros de corte (placas): 1 días
- ✓ Desencofrado de vigas 14 días,



- ✓ desencofrado de losas 14 días

Con lo que se aprecia una tendencia peligrosa a la reducción de los periodos de tiempo en la ejecución de los elementos estructurales en edificaciones.

### 8.1.2. Recomendaciones

1. Realizar el análisis para las edificaciones de mayor altura que presenten irregularidades, con los periodos de tiempo críticos, para la obtención de resultados más contundentes.
2. Considerar las propiedades dependientes del tiempo en la construcción de proyectos ya que según la calidad de este las deformaciones y esfuerzos adicionales serán mayores.
3. Realizar el análisis de secuencia constructiva para proyectos con una duración importante y/o por etapas, así mismo aquellos proyectos que tengan apoyos provisionales ya que son más susceptibles a redistribuir cargas y por ende sus deformaciones generaran esfuerzos adicionales.
4. Se recomienda que para completar esta investigación utilizar los parámetros en de creep y shrinkage en base a los materiales y condiciones ambientales propias de nuestra región.
5. Incluir en nuestra Normativa Peruana el análisis por etapas constructivas para edificaciones a partir de mediana altitud.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alfonzo, A., & Zenaida. (2015). *Análisis Comparativo del Método Convencional y por Etapas para Diseñar un Edificio de Concreto Armado de 11 Pisos y 5 Sótanos*. Huancayo.
- American Concrete Institute. (2014). *ACI 318-S14 comentado*.
- Barojas, S. A. (f.d. de agosto de 2005). *Reladyc Fórmulas para el Cálculo de la Muestra en Investigaciones de Salud*. Obtenido de Fórmulas para el Cálculo de la Muestra en Investigaciones de Salud: <http://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- CAPECO, C. P. (Octubre 2013). *Costos y Presupuestos en Edificación*. Lima: CAPECO.
- CELSA, G. (2015). Ductilidad Celsa. *Celsa*.
- Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales. (2019). *CATEC*. Obtenido de <http://www.catec.aero/es/materiales-y-procesos/1%C3%ADnea-de-investigaci%C3%B3n/an%C3%A1lisis-modal>
- CGODOYR. (3 de Febrero de 2019). *Análisis Descriptivo de Datos*. Obtenido de Guía básica para Análisis Estadístico de datos: <https://tesisdeceroa100.com/guia-basica-para-analisis-estadistico-de-datos/>
- Chia Angarita, J. Y., & Ramirez Montejo, H. (2008). Secuencia de Construcción Usando Etabs. *L'espirit Ingenieur*, 68-73.
- Constructor Civil. (09 de diciembre de 2010). *Constructor Civil*. Obtenido de los Agregados en la Construcción: <https://www.elconstructorcivil.com/>



*Constructor Civil*. (15 de enero de 2011). Obtenido de <https://www.elconstructorcivil.com/2011/01/deformacion-progresiva-creep-del.html>

*Constructor Civil*. (15 de 01 de 2011). *Constructor Civil*. Obtenido de <https://www.elconstructorcivil.com/2011/01/concreto-modulo-de-poisson.html>

Corral, Y. (2009). Validez y Confiabilidad de los Instrumentos de Investigación para la Recolección de Datos. *Revistas Ciencias de la Educación*, 16-20.

CSI España. (20 de 06 de 2019). *CSI España*. Obtenido de <https://www.csiespana.com/software/5/etabs>

Escobar Herrera, J. J. (2016). *Análisis de Productividad de la Mano de Obra y Obtención de Rendimientos Reales en Partidas de Concreto Armado en la Obra “Construcción de Establecimiento Hótelero en la Calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la Ciudad del Cusco”*. Cusco.

Gomez Dominguez, J. (2013). *Materiales de Construcción*. Monterrey.

Gómez Martínez, M. Á. (2012). *Diseño Estructural de Edificios Altos Tipo Torre Empleando Concreto de Alta Resistencia*. CD México: UNAM.

Grupo Celsa. (s.f.). *Ductilidad Celsa Garantía de Seguridad*. Barcelona, España.

investigación, T. d. (s.f.). *Cálculo del Tamaño Óptimo de una Muestra*. Obtenido de Ejemplo: cálculo del Tamaño de la Muestra sin Conocer el Tamaño de la Población: <http://repository.ucc.edu.co/bitstream/ucc/1825/1/C%C3%A1lculo%20del%20tama%C3%B1o%20%C3%B3ptimo%20de%20una%20muestra.pdf>



Lazo Quevedo, E. J. (2016). *Diseño Estructural de Edificio Considerando la Construcción por Etapas*. Arequipa.

Midas IT. (2019). *Midasoft*. Recuperado el 2019 de 06 de 20, de <https://www.midasoft.com/latinoamerica/building/gen/products/midasgen>

MIDASOFT. (s.f.). *Manual Midas User*. Obtenido de [http://manual.midasuser.com/EN\\_Common/Gen/796/Start/06\\_Analysis/Eigenvalue\\_Analysis\\_Control.htm](http://manual.midasuser.com/EN_Common/Gen/796/Start/06_Analysis/Eigenvalue_Analysis_Control.htm)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2016). *NTP E.020 Cargas*. Lima: El Peruano.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (22 de Octubre de 2018). NTP E-030 Diseño Sismoresistente.

Minitab18. (s.f de s.f de 2019). *Estadísticos Kappa y Coeficientes de Kendall*. Obtenido de Soporte de Minitab 18: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/measurement-system-analysis/supporting-topics/attribute-agreement-analysis/kappa-statistics-and-kendall-s-coefficients/#what-is-kendall-s-coefficient-of-concordan>

Osorio, J. D. (2018). *Argos 360*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/elasticidad-del-concreto>

Oviedo, H. C., & Campo Arias, A. (2005). Metodología de la investigación y lectura de estudios - Aproximación al uso de alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 9.

Park, R., & Paulay, T. (1988). *Estructuras de Concreto Reforzado*. México D.F: Limusa S.A.



- Pedraza., I. S. (s.f.). *Validación de Cuestionario para la Medición de la Satisfacción de los Clientes de la DCI*. Obtenido de monografias.com:  
<https://www.monografias.com/trabajos93/validacion-cuestionario-medicion-satisfaccion-clientes-dci/validacion-cuestionario-medicion-satisfaccion-clientes-dci.shtml>
- RAE. (2001). *Real Academia Española*. Obtenido de Diccionario de la Lengua española:  
<https://www.rae.es/drae2001>
- Regal , A. (1965). *Materiales de Construcción*. Lima: UNI.
- Rufasto Castillo, I. J. (2014). *Determinación de los Rendimientos de Mano de Obra en las Partidas de Concreto Armado en la Construcción del Palacio Municipal de la Ciudad de San Ignacio, Cajamarca*. Cajamarca.
- Sampieri, R. H. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico D. F.: McGraw - Hill Interamericana.
- SPSS, I. (f.d de f.d de f.d). *Analisis Factorial*. Obtenido de Guia SPSS:  
<http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/GuiaSPSS/20factor.pdf>
- Suarez Campos, M. (2010). *Diseño de Estructuras de Concreto Reforzado I*. Mexico,d.f.
- Villarreal Castro, G. (2009). *Analisis Estructural*. Lima.
- Yañez Juarez, J. (2014). *Repositorio Unsa*. Obtenido de Control de la Calidad en los Componentes para la Obtencion de Concretos: <http://repositorio.unsa.edu.pe/>



Zigurat-Global Institute of Technology. (2019). Consideraciones para el Diseño de Edificaciones de Gran Altura por Secuencia Constructiva Utilizando Midas Gen. Barcelona, España: Zigurat.

(Chia Angarita & Ramirez Montejo, 2008)





## ANEXOS



**FORMATO N° 1 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Cerveceros Nro. 16, Urb. Marcavalle.**
2. Coordenadas UTM: **283077.4E 8562012.4N 19L**
3. Nombre:
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **15x12 m (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  intermedio  interior
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
 .....
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 2 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. La Cultura frente del colegio San Antonio Abad**
2. Coordenadas UTM: **283077.4E 8562012.4N 19L**
3. Nombre:
4. Número de pisos: **11**
5. Área aproximada: **12\*17 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda y comercio**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  intermedio  interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado  si  no longitud aprox.:  
**elíptico longitud máxima 1m a partir del 2do piso**
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 3 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. La cultura, entre los paraderos Manuel Prado y Magisterio**
2. Coordenadas UTM: 283077.4E 8562012.4N 19L
3. Nombre: **Caja Cusco**
4. Número de pisos: **10**
5. Área aproximada: **35x20 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Comercio**
7. Ubicación con respecto a la manzana:
  - Esquina  intermedio  interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **No se logra apreciar**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
.....
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 4 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. La Cultura, Paradero Manuel Prado**
2. Coordenadas UTM: 283077.4E 8562012.4N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **9x14 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Comercio y vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:
  - Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. volado:  si  no longitud aprox.:  
.....
11. azotea:  si  no



**FORMATO N° 5 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. la cultura, paradero Hospital Regional**
2. Coordenadas UTM: 283077.4E 8562012.4N 19L
3. Nombre: **Mac Salud**
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **14x20 m<sup>2</sup> (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Salud**
7. Ubicación con respecto a la manzana:
  - Esquina     Intermedio     Interior     otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:         si     no
10. Volado:         si     no    longitud aprox.: **irregular, long. máx. 1.00 m**
11. Azotea:         si     no



**FORMATO N° 6 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Diagonal Angamos y calle Entel.**
2. Coordenadas UTM: 283077.4E 8562012.4N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **10**
5. Área aproximada: **10x15 m<sup>2</sup> (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:
  - Esquina     Intermedio     Interior     otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto Armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:         si     no
10. Volado:         si     no    longitud aprox.: .....
11. Azotea:         si     no



**FORMATO N° 7 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Jr. Tarapacá, referencia Av. Diagonal Angamos.**
2. Coordenadas UTM: 283077.4E 8562012.4N 19L
3. Nombre: **Hotel Sauna Spa Agua Viva**
4. Número de pisos:**10**
5. Área aproximada: **12x30 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
**1m a partir del 2do nivel**
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N°8 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Alameda Pachacutec, frente al parque Urpicha**
2. Coordenadas UTM: 283077.4E 8562012.4N 19L
3. Nombre: **Hotel Polo**
4. Número de pisos:**12**
5. Área aproximada: **12\*18 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Hotel**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:
11. Azotea:  si  no



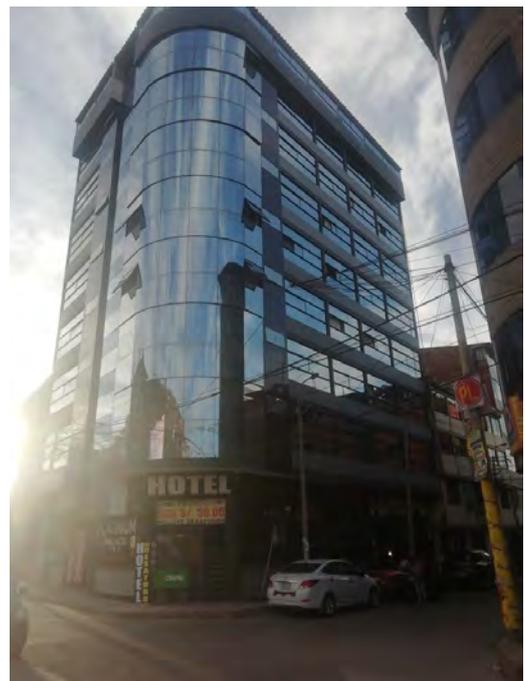
**FORMATO N° 9 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Jessenia Adelina Aparicio Santos, frente al Terminal Terrestre**
2. Coordenadas UTM: 178812.304E  
8501894.522N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **9\*15 m2 (pentágono irregular)**
6. Uso de la edificación: **Hotel**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  intermedio  interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. volado:  si  no longitud aprox.:
11. azotea:  si  no



**FORMATO N° 10 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Jessenia Adelina Aparicio Santos con calle María Auxiliadora, frente al Terminal Terrestre**
2. Coordenadas UTM: 178846.29E 8501883.817N 19L
3. Nombre: **Hotel Platinum Palace**
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **8\*15 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Hotel**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
**0.5m en el último piso.**
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 11 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia:
2. Coordenadas UTM: 179004.001E  
8502218.442N 19L
3. Nombre: **Juzgado**
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **10x22 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Oficinas Públicas**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior   
otro:.....
8. Sistema estructural: **concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 12 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia:
2. Coordenadas UTM: 179013.628E  
8502191.485N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **8\*15 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior   
otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 13 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia:
2. Coordenadas UTM: 179218.608E  
8502039.975N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **10\*15 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior   
otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
**0.80 m a partir del 2do nivel**
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 14 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia:
2. Coordenadas UTM: 180228.838E  
8502262.642N 19L
3. Nombre: **hostal sauna spa**
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **10x18 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior   
otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
**1m a partir del 2do nivel**
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 15 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia:
2. Coordenadas UTM: 179504.955E  
8502198.013N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **9x16 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  Otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
**1m a partir del 2do nivel**
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 16 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia:
2. Coordenadas UTM: 179421.272E  
8502202.703N 19L
3. nombre: **hostal sauna spa**
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **10x18 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  Otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 17 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia:
2. Coordenadas UTM: 17940.116E  
8502141.026N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos:**10**
5. Área aproximada: **9\*10 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior   
otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
0.8 m a partir del segundo nivel
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 18 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia:
2. Coordenadas UTM: 181097.051E 8501352.860N  
19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **12\*12 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior   
otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. volado:  si  no longitud aprox.:
11. azotea:  si  no



**FORMATO N° 19 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. La Cultura, frente al colegio Inca Garcilaso De La Vega**
2. Coordenadas UTM: 283077.4E 8562012.4N 19L
3. Nombre: **Clínica Pardo**
4. Número de pisos: **10**
5. Área aproximada: **14\*20 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Salud**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  intermedio  interior   
otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
**0.4 m a partir del tercer piso**
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 20 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Alejandro Velasco Astete, altura 2do paradero.**
2. coordenadas UTM: 180803.697E 8501432.850N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **10**
5. Área aproximada: **12\*10 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda y comercio**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior   
otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto Armado (Placas, Columnas, Vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 21 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Los Incas, 2da cuadra.**
2. Coordenadas UTM: 179626.2E 8503024N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **12\*14 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda y comercio**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 22 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Los Incas, frente centro comercial América.**
2. Coordenadas UTM: 179431E 8503032.7N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **12**
5. Área aproximada: **14\*18 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda y comercio**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
**0.8 m desde el 2do piso.**
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 23 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Los Incas primera cuadra, esquina ex paradero Amauta.**
2. Coordenadas UTM: 179343.5E 8503098.1N 19L
3. Nombre: **Torre Empresarial Los Incas**
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **20\*14 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Oficinas**
7. Ubicación con respecto a la manzana:
  - Esquina     Intermedio     Interior     otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto Armado (Placas, Columnas, Vigas)**
9. Regularidad en planta:     si     no
10. Volado:     si     no    longitud aprox.: **0.8 m a desde el 3er piso.**
11. Azotea:     si     no



**FORMATO N° 24 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Los Incas, a espaldas de la Alianza Francesa.**
2. Coordenadas UTM: 283077.4E 8562012.4N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **10**
5. Área aproximada: **10\*21 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:
  - Esquina     Intermedio     Interior     otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:     si     no
10. Volado:     si     no    longitud aprox.: **0.5 m desde el 3er nivel**
11. Azotea:     si     no



**FORMATO N° 25 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Intersección Av. Los Incas y calle Chachacomayoq**
12. Coordenadas UTM: 179343.5E 8503098.1N 19L
2. Nombre:
3. Número de pisos: **10**
4. Área aproximada: **20\*14 m2 (rectangular)**
5. Uso de la edificación: **Oficinas**
6. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
7. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
8. Regularidad área en planta:  si  no
9. Volado:  si  no longitud aprox.:
10. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 26 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Los Incas, altura ex paradero Amauta**
2. Coordenadas UTM: 283077.4E 8562012.4N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **11**
5. Área aproximada: **8\*13 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda y comercio**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
**0.5m a desde el 3er piso.**
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 27 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Los Incas, altura puente peatonal Unsaac.**
13. Coordenadas UTM: 179343.5E 8503098.1N 19L
2. Nombre:
3. Número de pisos: **9**
4. Área aproximada: **18\*28 m2 (rectangular)**
5. Uso de la edificación: vivienda
6. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
7. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
8. Regularidad área en planta:  si  no
9. Volado:  si  no longitud aprox.:
10. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 28 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Los Incas, altura Parque Zonal**
12. Coordenadas UTM: 283077.4E 8562012.4N 19L
2. Nombre:
3. Número de pisos: **9**
4. Área aproximada: **8.5\*16 (rectangular)**
5. Uso de la edificación: **Oficinas y/o comercio**
6. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
7. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
8. Regularidad área en planta:  si  no
9. Volado:  si  no longitud aprox.:  
**0.4 m desde el 2do piso.**
10. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 29 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. Jorge Chávez, entre el 1er y 2do paradero de bajada.**
2. Coordenadas UTM: 179105.640E 8501943.129N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **10**
5. Área aproximada: **18\*10 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.: **1.0 m desde el 2do piso.**
11. Azotea:  si  no



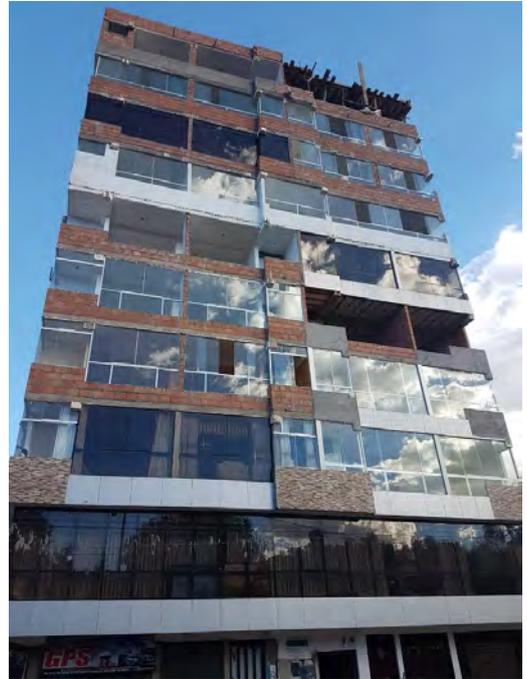
**FORMATO N° 30 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Psje. Constancia, espalda de Región Inka.**
2. Coordenadas UTM: 179201.914E 8503118.609N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **12\*10 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior  otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.: **1m desde el 2do piso.**
11. Azotea:  si  no



**FORMATO N° 31 PARA MUESTREO DE EDIFICACIONES MAYORES A 9 PISOS EN EL DISTRITO DE WANCHAQ-CUSCO**

1. Dirección y/o referencia: **Av. 28 de Julio, Psje. Ayacucho, altura 2do paradero antiguo**
2. Coordenadas UTM: 283077.4E 8562012.4N 19L
3. Nombre:
4. Número de pisos: **9**
5. Área aproximada: **10\*12 m2 (rectangular)**
6. Uso de la edificación: **Vivienda y comercio**
7. Ubicación con respecto a la manzana:  
 Esquina  Intermedio  Interior   
otro:.....
8. Sistema estructural: **Concreto armado (placas, columnas, vigas)**
9. Regularidad área en planta:  si  no
10. Volado:  si  no longitud aprox.:  
**0.8 m desde el 2do piso.**
11. Azotea:  si  no



# ArcGIS Web Map



5/11/2019 15:49:56

- DISTRITOS PROVINCIA CUSCO
- Override 5
  - Override 1
  - Override 8
  - Override 4

1:18,056

0 0.15 0.3 0.6 mi

0 0.23 0.45 0.9 km

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community, Sources: Esri, HERE, Garmin, FAO, NOAA, USGS, © OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community