

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Occidente
Departamento de Estudios de Postgrado



DIVERSIDAD EPISTEMOLÓGICA

REVISTA ELECTRÓNICA

REVISTA NO. 4

NOVIEMBRE
2022



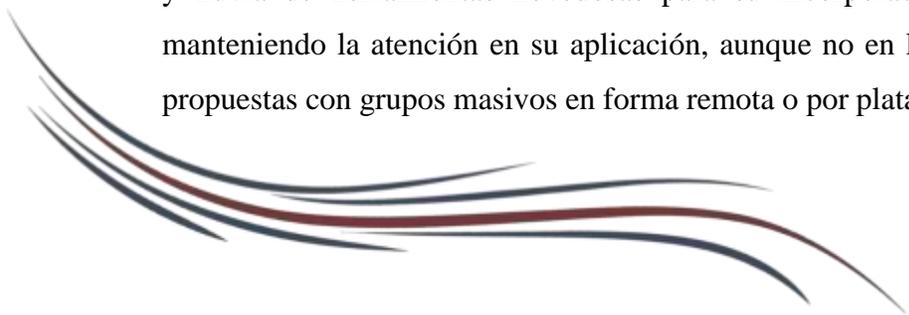
EDITORIAL

El mundo se mueve en una dinámica convulsa y difusa que apunta a direcciones diferentes. los problemas económicos derivados de cambios abruptos en lo estructural y coyuntural envuelven a estados, sociedades, actores urbanos y rurales en múltiples formas y dimensiones. La distribución de la riqueza se sigue concentrando en pocas manos, pero las crisis afectan a todos los actores, en la sociedad del conocimiento el que valora el saber tiene mejores condiciones para transitar en medio de un orden mundial resquebrajado, con referentes regionales debilitados que luchan por mantenerse, para enfrentar las crisis económicas y los conflictos que les cambian el rumbo como el conflicto entre Rusia y Ucrania, sus efectos reflejados y focalizados en el alza de los derivados del petróleo y el gas, que ha puesto en vilo la estabilidad de las economías, como de las sociedades en todo el mundo y las consecuencias en las múltiples dimensiones del desarrollo.

Apenas el mundo intentaba sobreponerse a los efectos de la Pandemia Covid-19 y las cuestionadas gestiones de los Estados en todo el continente, que vulneró los derechos de los ciudadanos al no proteger la vida y la dignidad, en un mundo de temor y desasosiego por los efectos que ya se tenían en el empleo, la alimentación, los precios de la canasta básica y en lo educativa, la pérdida de al menos dos años de avance por la improvisación de modelos pedagógicos y virtuales, que no pasaron de la educación remota y con algunos intentos de educación virtual.

Son muchos los efectos derivados de la Pandemia y el alza del precio de los combustibles que tomaron a la sociedad desprotegida, desorganizada o al menos inerte sin reaccionar a sus derechos y en busca de oportunidades para enfrentar ambas crisis en la bioseguridad y en la economía y vida cotidiana, pues si bien no se escucharon protestas o reivindicaciones, es porque se maniató con frecuentes estados de calamidad y el temor al contagio, o bien por la justificación que todo se debe al juego de la oferta y la demanda en tiempo de crisis en el contexto internacional.

En ese contexto el conocimiento siguió produciéndose, pero los actores educativos enfrentaron los dilemas de transitar a la educación remota aunque con prácticas de la educación tradicional y en casos significativos, con intentos innovadores de aprovechar la coyuntura para despegar en el uso de la tecnología, Abundantes han sido las capacitaciones a través de cursos, webinars, conferencias y lluvia de herramientas novedosas para su incorporación en los procesos de aprendizaje, manteniendo la atención en su aplicación, aunque no en la forma de alcanzar las competencias propuestas con grupos masivos en forma remota o por plataformas virtuales. Aún falta evaluar los



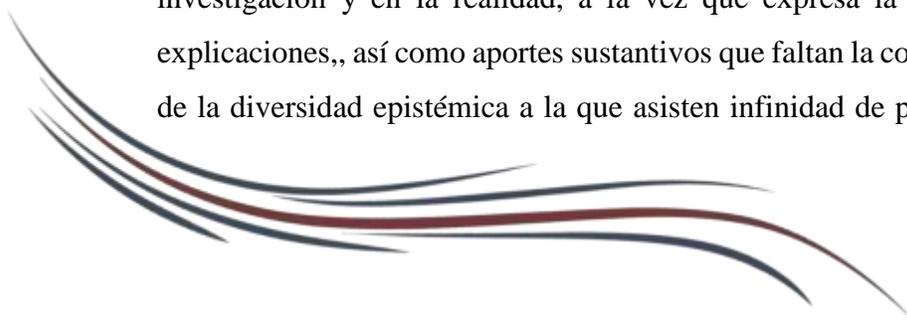
resultados, los aprendizajes obtenidos, no solo los resultados sumativos alcanzados por los estudiantes y el esfuerzo docente.

El país enfrenta con mayor crudeza el incremento de la pobreza, el desempleo, la deserción escolar, el deterioro de la infraestructura, los efectos del cambio climático, los desastres derivados de las tormentas ETA y IOTO, Julia y múltiples inundaciones, pérdida de cosechas, inseguridad alimentaria, desnutrición crónica, déficit de vivienda social, bajo índice de desarrollo humano, baja calidad educativa, discriminación, desigualdades e inequidades, poca participación, prevalencia de valores tradicionales y poco emprendedores, lo que facilita la existencia del clientelismo político que penetra en todas las esferas de la vida ciudadana, entre otras problemáticas existentes que permean la cotidianidad de los guatemaltecos.

Esa situación no es ajena a la región occidental del país, donde se cuenta con el Centro Universitario de Occidente con un potencial significativo para generar investigación y por ende conocimiento, a través de sus diversas carreras de grado y postgrado. La investigación permite abordar diferentes problemas de la realidad y elaborar propuestas que dignifiquen su abordaje y las propuestas de solución, asumiendo la responsabilidad constitucional que tiene la Universidad de San Carlos de Guatemala y sus Centros Universitarios.

En ese contexto, la revista Diversidad Epistemológica contribuye a crear un espacio de difusión del conocimiento de diferentes profesionales interesados en compartir los productos de su investigación y sus inquietudes formativas y profesionales, a través de artículos elaborados para el efecto, inscritos dentro de la diversidad de conocimiento, aplicación de saberes y propuestas. La diversidad epistemológica significa una riqueza de visiones que convergen en el id y enseñad a todos, en la difusión del conocimiento y en la sistematización de aportes sustantivos.

Hablar de la diversidad no es un estereotipo, ni reduccionismo es abrir el mundo del conocimiento a diferentes perspectivas de búsqueda y construcción de la diversidad, dentro de la complejidad de su entorno, en respuesta a lo interdisciplinario, transdisciplinario, multiétnico, pluricultural que caracteriza al país. Solo e abordaje de la complejidad de la realidad, el conocimiento y la diversidad existente facilita el debate y construcción de soluciones a la problemática priorizada en la investigación y en la realidad, a la vez que expresa la riqueza de enfoques, percepciones y explicaciones,, así como aportes sustantivos que faltan la contribución al buen vivir como ejemplo de la diversidad epistémica a la que asisten infinidad de percepciones, fundamentos y acciones,



principios, valores, categorías, códigos y saberes heterogéneos pero unificados por la sinergia de sus intenciones y procedencia científica.

La revista diversidad epistemológica se presenta a su digna consideración, invitando a su lectura, discusión y aportes para mantener vivo el espíritu sancarlista en la construcción del conocimiento, teniendo a diversidad como espacio de compartir y unidad, respeto, tolerancia y esfuerzos colectivos desde visiones particulares integradas en un todo en bien del país y su desarrollo.

Dr. Julio César Díaz Argueta
Docente Investigador
Postdoctorante en Ciencias Agrícolas y Ambientales
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Director del Departamento de Estudios de Postgrado: M. Sc. Walter Valdemar Poroj Sacor
Responsable de la Revista: M Sc. Luz María Lima Soto
Diagramación, consolidado y diseño: Ing. Christian Alberto López Quiroa
Editorial: Dr. Julio César Díaz Argueta

El autor es el responsable del contenido intelectual de su artículo.

ISBN: 978-99939-35-27-8



9 789993 935278

CONTENIDO

| | |
|---|----|
| 1. Optimización de vigas de acople en sistemas e4 de concreto armado según AGIES NSE 2018 y ACI 318-19, para la reducción de vulnerabilidad sísmica, mediante un análisis dinámico no lineal..... | 01 |
| 2. Evaluación del nivel de desempeño sísmico de la estructura de concreto reforzado del módulo g de la división ciencias de la ingeniería en el Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos de Guatemala mediante un análisis estático no lineal push over..... | 55 |
| 3. Factores de elección de carrera en la formación del estudiante universitario..... | 68 |
| 4. Estrategias de aprendizaje de las fracciones y su relación con la vida cotidiana..... | 74 |
| 5. Demografía y Serología de vitamina D, en pacientes geriátricos post-covid..... | 83 |
| 6. Área Suroccidente | |
| 7. Estrategias de aprendizaje de las fracciones y su relación con la vida cotidiana..... | 97 |



OPTIMIZATION OF COUPLING BEAMS ON E4 SYSTEMS OF REINFORCED CONCRETE ACCORDING TO AGIES NSE 2018 AND ACI 318-19, FOR THE REDUCTION OF SEISMIC VULNERABILITY, THROUGH A NON-LINEAR DYNAMIC ANALYSIS.

Mario Xicará López⁽¹⁾, Miguel Peralta Salas⁽²⁾, Genner Villarreal Castro⁽³⁾

⁽¹⁾ Magister en Ingeniería estructural y sismorresistente, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente, Calle Rodolfo Robles 29-99, Quezaltenango, Guatemala.
marioxicara@cunoc.edu.gt

⁽²⁾ Magister en Ingeniería Estructural, Profesor Titular, Escuela de Ingeniería en Construcción, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Calle 15, Avenida 14, Cartago, Costa Rica.
mperalta@tec.ac.cr

⁽³⁾ Doctor (PhD) en Ingeniería Sismorresistente, Profesor Extraordinario, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Privada Antenor Orrego, Av. América Sur 3145, Urb. Monserrate, Trujillo, Perú.
gvillarreal@upao.edu.pe

ABSTRACT

In construction practice, very few structural designers currently make use of coupling beams for the construction of tall buildings, due to the architectural limitations with respect to the mezzanine height and useful height since they have ratio restrictions that generally architecture does not accept as a parameter of structural elements. The detailed correctness of a coupling beam must comply with several conditions that the ACI code 318 establishes, overcoming these limitations, if everything was done correctly the coupling beams offer a reduction of about 50% of the maximum allowed lateral drift compared to the use of beams governed by flexed behavior as will be seen in the present study. The research proposal is focused on making use of dynamic nonlinear structural analysis, the amount of energy absorbed in the coupled dual structural system and each coupling beam must be quantified to know what dimensions optimize the building beams of 20 level building proposed in this investigation, previously designed with ACI Code 318-19, which allows the use of high strength steels up to grade 100 in longitudinal and diagonal reinforcement, reducing the seismic vulnerability of the structure by having a correct seismic-resistant performance.

Keywords: Dual systems, Seismic vulnerability, Shear walls, Coupling beams.

OPTIMIZACIÓN DE VIGAS DE ACOUPLE EN SISTEMAS E4 DE CONCRETO ARMADO SEGÚN AGIES NSE 2018 Y ACI 318-19, PARA LA REDUCCIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, MEDIANTE UN ANÁLISIS DINÁMICO NO LINEAL

RESUMEN

En la práctica de la construcción en la República de Guatemala, actualmente muy pocos diseñadores estructurales hacen uso de las vigas de acople para la construcción de edificios altos, por las limitaciones arquitectónicas respecto a la altura de entrepiso y altura útil ya que las mismas tienen restricciones de relación de aspecto que generalmente la arquitectura no acepta como un parámetro de elementos estructurales. El correcto detallado de una viga de acople debe cumplir con varias condicionantes que el código ACI 318-19 establece, superadas estas limitaciones si todo se realizó correctamente las vigas de acople ofrecen una reducción de alrededor de un 50% de la deriva lateral máxima permitida comparadas con el uso de vigas gobernadas por comportamiento flexionante como se verá en el presente estudio. La propuesta de investigación está enfocada en hacer uso del análisis estructural no lineal dinámico, se debera de cuantificar la cantidad de energía absorbida en el sistema estructural E4 (sistema dual

acoplado) y de cada viga de acople para saber que dimensiones optimizan las vigas de acople del edificio de 20 niveles propuesto en esta investigación, previamente diseñadas con el Código ACI 318-19, que permite el uso de aceros de alta resistencia hasta el grado 100 en el refuerzo longitudinal y diagonal, disminuyendo la vulnerabilidad sísmica de la estructura al tener un correcto desempeño sismorresistente.

Palabras clave: Sistemas duales, Vulnerabilidad sísmica, Muros de corte, Vigas de acople

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación, se realizó un análisis y diseño estructural normativo basado en AGIES NSE 2018, ACI 318-19, para un sistema estructural E4 con vigas de acople,

Se corrobora la hipótesis, analizando la misma estructura sin el uso de vigas de acople, es decir con vigas de concreto reforzado con comportamiento de falla a flexión.

Con los datos de cuantías de acero y secciones de los elementos estructurales del sistema de resistencia lateral, se hizo uso del software comercial ETABS, para modelar rotulas plasticas basadas en la teoría de ciclos histéreticos de Takeda y la información que ASCE 41-13 específica, también la definición correcta de las propiedades no lineales de los materiales basados en el Eurocodigo EC2 y EC8, todo esto para capturar el comportamiento dinámico no lineal de un edificio de 20 niveles que se usó como modelo inicial.

Se obtuvieron tres pares de registros de acelerogramas sintéticos compatibles con los espectros de respuesta de la normativa AGIES NSE 2.1, proporcionados por el MSc. Ing. Miguel Peralta, para realizar un análisis dinámico no lineal tiempo-historia, del cual se obtuvo la energía de disipación de los fusibles del sistema, nuestras vigas de acople, las que cumpliendo con las relaciones de aspecto adecuadas, fueron optimizadas en una relación l_n/h 2.4:1, que optimizan el diseño normativo.

2. EDIFICIO EN ESTUDIO

2.1. Características generales del edificio

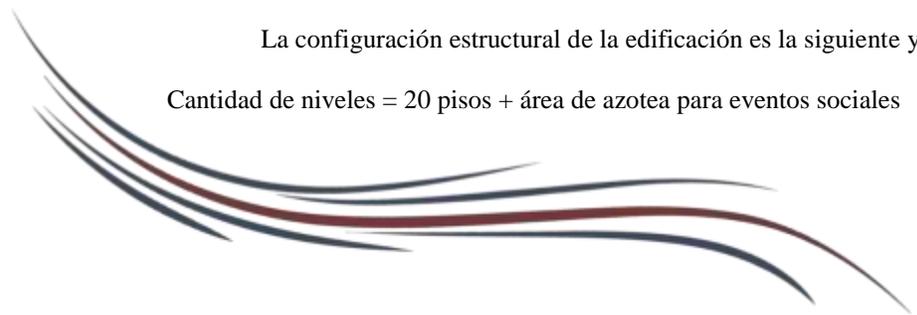
El cumplimiento de la normativa de Seguridad Estructural de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica AGIES (2018), en lo que respecta a desempeño estructural por desplazamiento requiere que se cumpla con no sobrepasar la deriva máxima permisible, para lograr ello se deben disponer de forma coherente y adecuada, cada uno de los elementos que componen el sistema estructural y tenga una alta adaptabilidad a la arquitectura del mismo en la medida de lo posible, muchas veces alcanzar esto es muy complicado por las limitaciones que la arquitectura permite, al restringir la altura de vigas a valores muy pequeños, el problema es aún más crítico si se quiere hacer uso de una viga que conecte o acople dos muros estructurales de corte en núcleos de concreto, que sirven generalmente como soporte para la instalación de elevadores y escaleras de emergencia, por lo que se justifica de forma adecuada acoplar los muros para mejorar el desempeño estructural del sistema estructural.

Se consideró concreto de diferente resistencia que varía con la altura de la edificación en función de la capacidad a compresión a la que los elementos del sistema resistente a fuerzas laterales tendrán, con una resistencia a compresión (f'_c) de 280 kg/cm², 350 kg/cm², 420 kg/cm², 490 kg/cm², y acero de refuerzo con esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm². En los modelos de análisis estructural de los edificios se tomó en cuenta el aporte de la losa tanto en rigidez como en resistencia al aplicar un diafragma rígido, lo que condensa los grados de libertad a tres por piso, es decir se tienen libertad de movimiento traslacional en dos direcciones de análisis ortogonales entre sí y rotacional en planta, en cada uno de los niveles de la torre, se utilizaron secciones rectangulares en vigas perimetrales y principales del sistema de resistencia lateral y bajo el supuesto del uso del diafragma rígido esto es permitido.

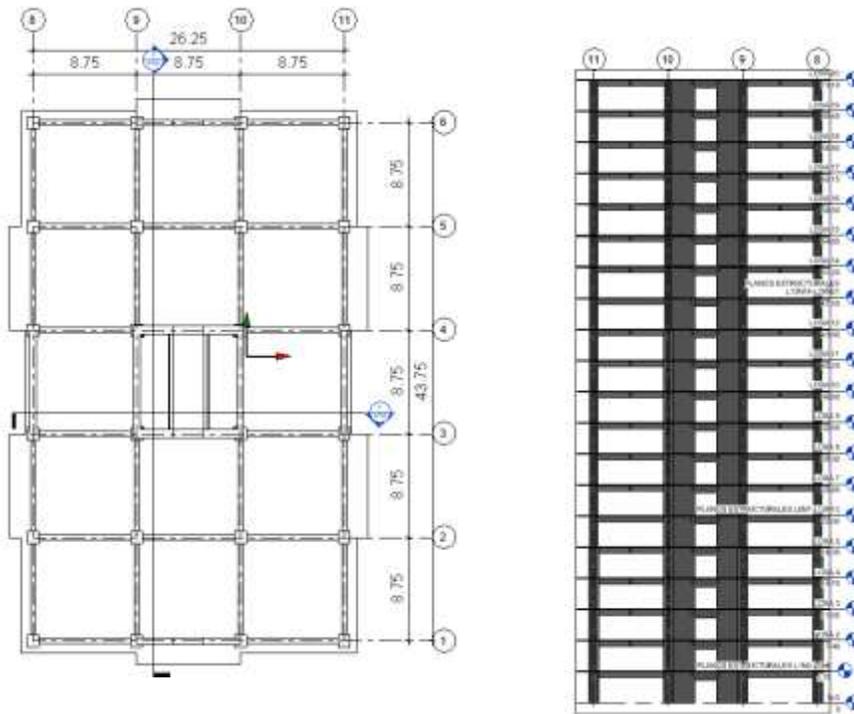
El espesor de las losas fue de 20 cm y se concibió como una losa maciza en dos direcciones, las cuales fueron diseñadas ante cargas verticales y para satisfacer estados límites de deformación y de servicio.

La configuración estructural de la edificación es la siguiente y se presenta en la Figura 1:

Cantidad de niveles = 20 pisos + área de azotea para eventos sociales

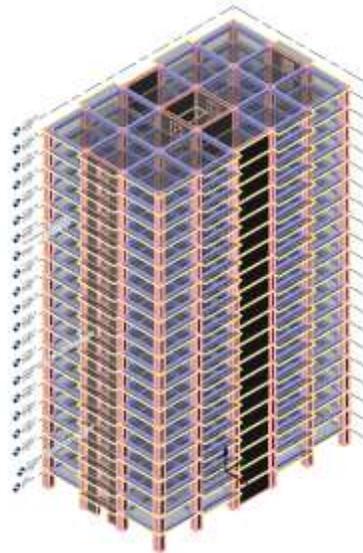


Dimensiones = 43.75 x 26.25 m a ejes
 Área = 1,296.98 metros cuadrados
 Uso = Apartamentos, hotel y oficinas



a) Planta esquematica

b) Elevación Norte y Sur



Codigo de colores

Sistema de Resistencia lateral = Rojo+azul (Columnas, muros, muros acoplados y vigas)

Sistema de Entrepiso = Amarillo (Losas macizas)

Sistema resistente a carga vertical (Columnas, muros y muros acoplados)

Figura 1 Modelo RVT edificio de 20 niveles, Planta, elevacion norte y sur, esquema en 3D con codigo de colores de los componentes estructurales.

3. ANALISIS ESTRUCTURAL ESTATICO Y DINAMICO MODAL ESPECTRAL

3.1. Procedimiento de modelado

En este estudio, se eligió un edificio de concreto reforzado con sistema estructural E4 como problema para realizar la optimización de las vigas de acople. La estructura tiene tres claros en la dirección horizontal y cinco claros en la dirección vertical vista en planta, con longitudes a ejes de 8.75 m respectivamente. Se predeterminaron secciones de vigas, columnas y muros de corte, para todos los niveles de la estructura, donde las columnas tienen sección transversal cuadrada y las vigas sección rectangular. La resistencia a compresión del concreto f'_c varía respecto a la altura desde los 280 kgf/cm² hasta los 490 kgf/cm², la resistencia a fluencia del acero se determinó inicialmente para el acero A706 grado 60, en la Figura 2 se muestra el edificio.

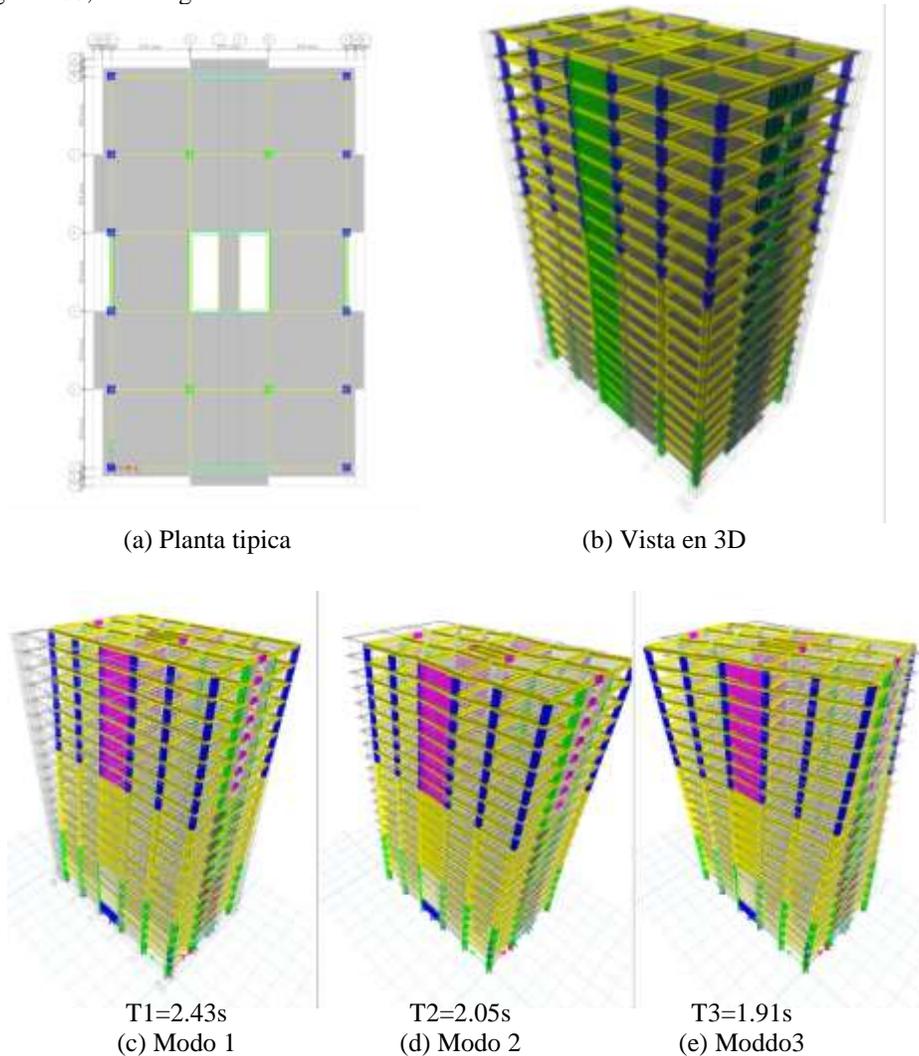


Figura 2 Modelo de un edificio en estudio y modos de vibración principales ordenados, traslacionales los primeros dos y rotacional el tercero.

| Factores de participación de masa modal (Modal Participating Mass Ratios) | | | | | | | |
|---|------|---------|-----------|-------------|----|--------|--------|
| Caso | Modo | Periodo | UX | UY | UZ | SumUX | SumUY |
| | | seg | | | | | |
| Modal | 1 | 2.431 | 0.7672 | 0 | 0 | 0.7672 | 0 |
| Modal | 2 | 2.051 | 0 | 0.7358 | 0 | 0.7672 | 0.7358 |
| Modal | 3 | 1.905 | 8.276E-07 | 0.000001418 | 0 | 0.7672 | 0.7358 |

| | | | | | | | |
|-------|----|-------|--------|--------|---|--------|--------|
| Modal | 4 | 0.698 | 0.1254 | 0 | 0 | 0.8926 | 0.7358 |
| Modal | 5 | 0.491 | 0 | 0 | 0 | 0.8926 | 0.7358 |
| Modal | 6 | 0.443 | 0 | 0.1553 | 0 | 0.8926 | 0.891 |
| Modal | 7 | 0.329 | 0.0433 | 0 | 0 | 0.9358 | 0.891 |
| Modal | 8 | 0.215 | 0 | 0 | 0 | 0.9358 | 0.891 |
| Modal | 9 | 0.19 | 0.024 | 0 | 0 | 0.9598 | 0.891 |
| Modal | 10 | 0.178 | 0 | 0.0502 | 0 | 0.9598 | 0.9412 |

Tabla 1 Factores de participación de masa modal y periodos naturales de vibración.

Se puede comprobar que los modos de vibración de la estructura son ordenados, siendo los dos primeros dos de translación y el tercero con comportamiento torsional en planta respectivamente.

3.2. Cargas y combinaciones de carga

En este documento, las cargas laterales de sismo fueron calculadas basando en la metodología de ASCE 7-16 (2017), donde la clase de sitio de la estructura es D, dado que es el parámetro que da valores máximos del espectro genérico de respuesta, igual que la clasificación de la AGIES NSE (2018), el Factor de modificación de respuesta post-elásticas $R=7$, y $S1$ y Ss son 1.5 y 0.55 respectivamente. Únicamente las cargas gravitacionales descritas en la Tabla 2 y laterales serán consideradas durante el procedimiento de optimización y se utilizarán las combinaciones de carga de AGIES NSE 2 2018 como siguen:

| Subestructura | Uso | CMS (kgf/m ²) | CVR (kgf/m ²) | CVNR (kgf/m ²) | CPER (kgf/m) |
|---------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| LOSAS 1- LOSA 19 | Habitacional, oficinas | 225 | n/a | 250 | 1450 |
| LOSA 20 | Azotea | 225 | 125 | n/a | 350 |
| ESCALERAS | Circulación | 100 | n/a | 500 | n/a |
| PASILLO | Circulación | 125 | n/a | 500 | n/a |

Tabla 2 Integración de cargas gravitacionales de servicio de acuerdo con AGIES NSE 2

Donde:

CMS: Carga muerta superpuesta
 CVR: Carga Viva Reducible
 CVNR: Carga Viva No Reducible
 CPER: Carga Perimetral (Fachadas)

Las combinaciones de diseño siguen las siguientes definiciones:

| | |
|------------------------|---------|
| 1.4 M | (CR1) |
| 1.2 M + 1.6V + 0.5(Vt) | (CR2) |
| 1.4 M + V + Svd ± Shd | (CR4) |
| 0.9 M - Svd ± Shd | (CR5) |
| 1.0 M - Svd ± Shd | (CR5-a) |

Estas ecuaciones corresponden a la fuerza requerida de miembros que resisten cargas factorizadas en una combinación de carga, M se refiere a la carga muerta, V se refiere a la carga viva, Svd se refiere a la componente vertical del sismo de diseño, Shd se refiere a la componente horizontal del sismo de diseño.

3.3. Análisis de la estructura

Para validar los análisis estructurales propuestos, estático lineal y modal espectral.

Se realizo de acuerdo según lo especificado en la sección 6.6.3.1.1 y la tabla 6.6.3.1. del ACI 318-19 en la 1a que se refiere a la reducción de momentos de inercia de las secciones de todos los elementos estructurales para el análisis elástico a nivel de carga mayorada, que represente el agrietamiento que toda estructura de concreto armado debería de presentar y de alguna forma estar del lado de la seguridad estructural, como sigue:

$$I_{viga} = 0.35 I_g, \text{ ACI 318-19(6.6.3.1.1a)} \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

$$I_{columna} = 0.70 I_g, \text{ ACI 318-19 (6.6.3.1.1a)} \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

$$I_{muro} = 0.70 I_g \text{ (Sin agrietamiento), ACI 318-19 (6.6.3.1.1a)} \quad (\text{Ecuación 3.3})$$

$$I_{muro} = 0.35 I_g \text{ (Agiertado), ACI 318-19 (6.6.3.1.1a)} \quad (\text{Ecuación 3.4})$$

$$A_{viga} = A_g, \text{ ACI 318-19 (6.6.3.1.1a)} \quad (\text{Ecuación 3.5})$$

$$A_{columna} = A_g, \text{ ACI 318-19 (6.6.3.1.1a)} \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

$$A_{corte} = b_w h, \text{ ACI 318-19 (6.6.3.1.1a)} \quad (\text{Ecuación 3.7})$$

Donde; I_g es el momento neto de inercia de vigas, columnas y muros de corte y A_g es el área neta de la sección transversal de vigas, columnas y muros de corte.

3.4. Análisis estructural estático equivalente y modal espectral basado en AGIES NSE 2 2018

Para realizar el análisis estructural, se tienen que realizar dos métodos de análisis, el primero es el análisis estático equivalente, este se utiliza como referencia para la interpretación y calibración del método modal espectral.

La carga sísmica se aplicó conforme a las Normas de Seguridad Estructural para la República de Guatemala (AGIES NSE 2018) avalada por CONRED en acuerdo 02-2019 y requerida por las municipalidades.

Parámetros para integración de la carga sísmica:

- Municipio: Quetzaltenango
- Índice de Sismicidad $I_o = 4.1$
- Clase de obra: Importante
- Nivel de protección D
- Tipo de sismo: Severo
- Probabilidad de Excedencia: 5% en 50 años
- $S_{cr} = 1.50 g$
- $S_{1r} = 0.55 g$
- Clase de suelo: D
- $F_a = 1.20$
- $F_v = 1.70$
- $N_a = 1.00$
- $N_v = 1.00$
- $K_d = 0.80$
- $S_{cd} = 1.44g$
- $S_{1d} = 0.75g$
- $S_{vd} = 0.20 S_{cd} = 0.29g$

Parámetros sismorresistentes de la estructura.

- Sistema estructural: E4(Estructura dual)

El sistema E4 será similar al sistema E3 (Sistema estructural de muros de alta o baja ductilidad) en todos los aspectos, excepto que deberá contener obligadamente muros que en cualquier piso tomen al menos el 60% del cortante de piso y marcos de Alta Ductilidad (Tipo DA) capaces de tomar, sin el concurso de los muros, al menos el 25% de las sollicitaciones sísmicas totales. Los marcos también podrán ser de Ductilidad Intermedia (Tipo DI) con las limitaciones indicadas en la Tabla 1.6.14-1. No se requiere que esa estructura residual satisfaga los límites de derivas. Algunos componentes podrían excluirse del sistema sismo-resistente, pero deberán aceptar las acciones inducidas por las derivas laterales de la estructura sin menoscabo de su capacidad portante vertical AGIES (2018).

$R = 7$ (Factor de modificación de respuesta sísmica)

$\Omega_r = 2.5$. (factor de incremento de resistencia). Se aplicará en elementos estructurales con componentes para aumentar la resistencia elástica.

$C_d = 5.5$ (Factor de incremento del desplazamiento elástico)

ρ (rho) = 1.00. En este caso no se aplicó factor de falta de redundancia, ya que la estructura es simétrica en planta, elevación y tiene más de tres ejes estructurales en ambas direcciones de análisis.

Cargas Permanentes para cálculo de masa sísmica: Peso propio (PP) + carga muerta superpuesta (CMS)+ 25% cargas vivas no reducibles (CVNR).

3.5. Resultados de la carga lateral sísmica

Peso sísmico de la estructura:

El nivel de calibración es tomando desde la base de la estructura hasta el último nivel superior, el peso acumulado permanente hasta el nivel de calibración es = 29,638 Tonf.

Cortante Basal:

El cortante basal calibrado en la dirección Este-Oeste (X) es = 3000 Tonf.

El cortante basal calibrado en la dirección Norte- Sur (Y) es = 3271 Tonf.

Derivas sísmicas:

El control de las deformaciones sísmicas horizontales es importante para reducir el daño en elementos secundarios en un edificio durante un sismo significativo. El control de daño secundario incluye reducción de daños a fachadas, tabiques, vidrieras y menos incomodidad para los ocupantes.

El procedimiento actual para controlar estos daños se hace conforme a prescripción de norma que requiere no exceder ciertos límites de deformación analíticamente calculados con base a parámetros empíricos de las normas. Las derivas se evalúan en cada piso y es el resultado de dividir la diferencia analítica de deformaciones horizontales entre la altura de piso a piso.

La deriva máxima según la norma NSE 3-2018 para un edificio clasificado como importante es $\Delta u = 0.02/C_d I_e = 0.02/(5.5*1.25) = 0.002908$ (deriva al límite de fluencia), cuando se aplica el sismo “severo” ($K_d = 0.80$).

A continuación, se muestra la comparación de derivas unitarias del análisis de carga sísmica del edificio y valores admisibles. Las derivas unitarias son adimensionales y el desplazamiento utilizado en cálculo es el desplazamiento post-elástico probable. Se verifica en cada piso de la estructura y la deriva máxima se compara con la del piso con mayor deriva.

| Dirección | Derivas Unitarias Δu | Nivel de Deriva | Deriva Máxima Admisible Δ_{adm} | Eficiencia $\Delta u / \Delta_{adm}$ |
|----------------|------------------------------|-----------------|--|--------------------------------------|
| Norte-Sur (X) | 0.002878 | Nivel 2 | 0.002908 | 99% |
| Este-Oeste (Y) | 0.001948 | Nivel 3 | 0.002908 | 67% |

Tabla 3 Comparación de derivas laterales admisibles vs derivas laterales unitarias máximas de entrepiso.

A continuación, se presentarán los resultados en forma gráfica del análisis modal espectral y análisis estático equivalente en el programa ETABS.

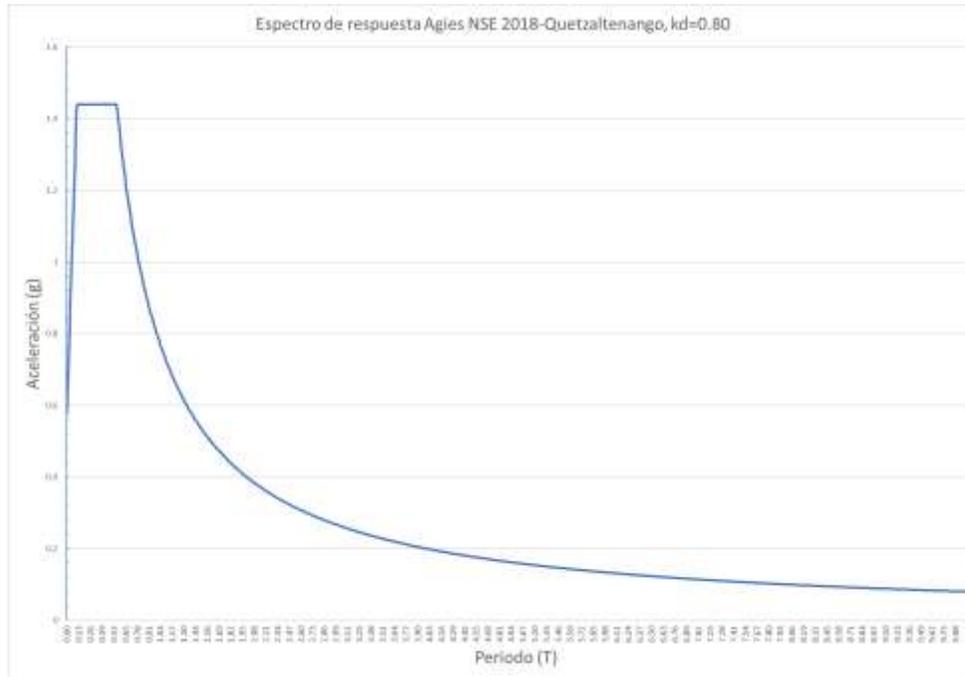


Figura 4 Espectro de respuesta AGIES NSE 2018 para la zona 9 de Quetzaltenango.

| NIVEL ANALISIS | DE | TIPO DE CASO SISMICO | CORTANTE BASAL X-X (Tonf) | CORTANTE BASAL Y-Y (Tonf) |
|----------------|----|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| LOSA 1/N2 | | SXA | -3543.18 | 0 |
| LOSA 1/N2 | | SXB | -3639.72 | 0 |
| LOSA 1/N2 | | SYA | 0 | -3639.72 |
| LOSA 1/N2 | | SYB | 0 | -3639.87 |
| LOSA 1/N2 | | SPECY_IN | 0.1737 | 10991.8514 |
| LOSA 1/N2 | | SPECX_IN | 8635.2229 | 0.1737 |
| LOSA 1/N2 | | SPECY_DIS | 0.0517 | 3271.8512 |
| LOSA 1/N2 | | SPECX_DIS | 3001.7034 | 0.0604 |
| LOSA 1/N2 | | SPECX_DRIFT | 2551.4479 | 0.0513 |
| LOSA 1/N2 | | SPECY_DRIFT | 0.0439 | 2781.0735 |

Tabla 4 Resultados de cortantes basales estáticos, dinámico espectral de diseño y dinámico espectral de derivas calibrados a nivel de cedencia.



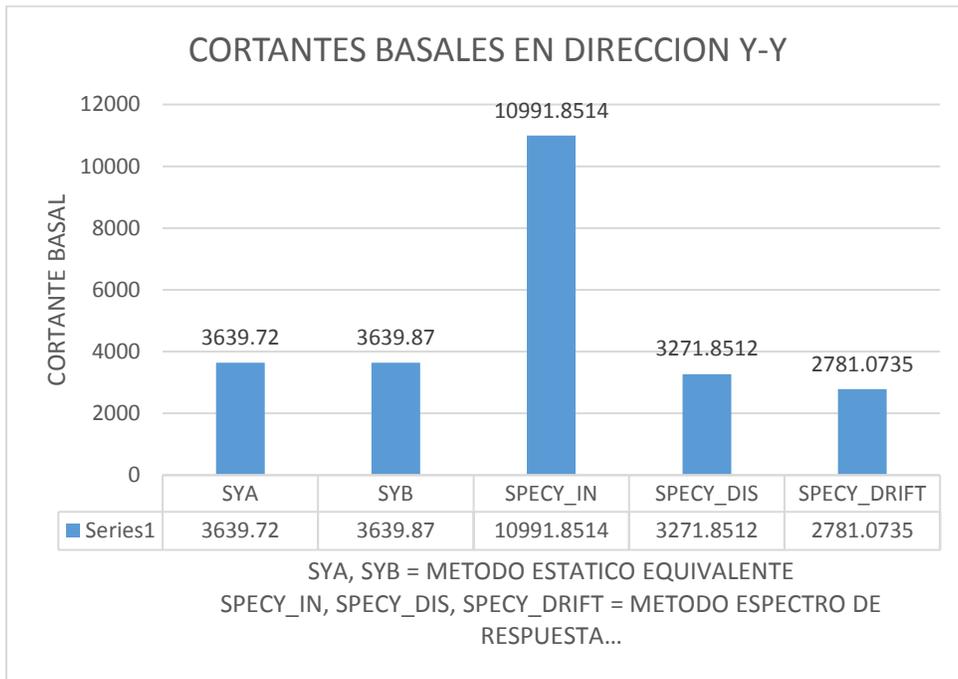
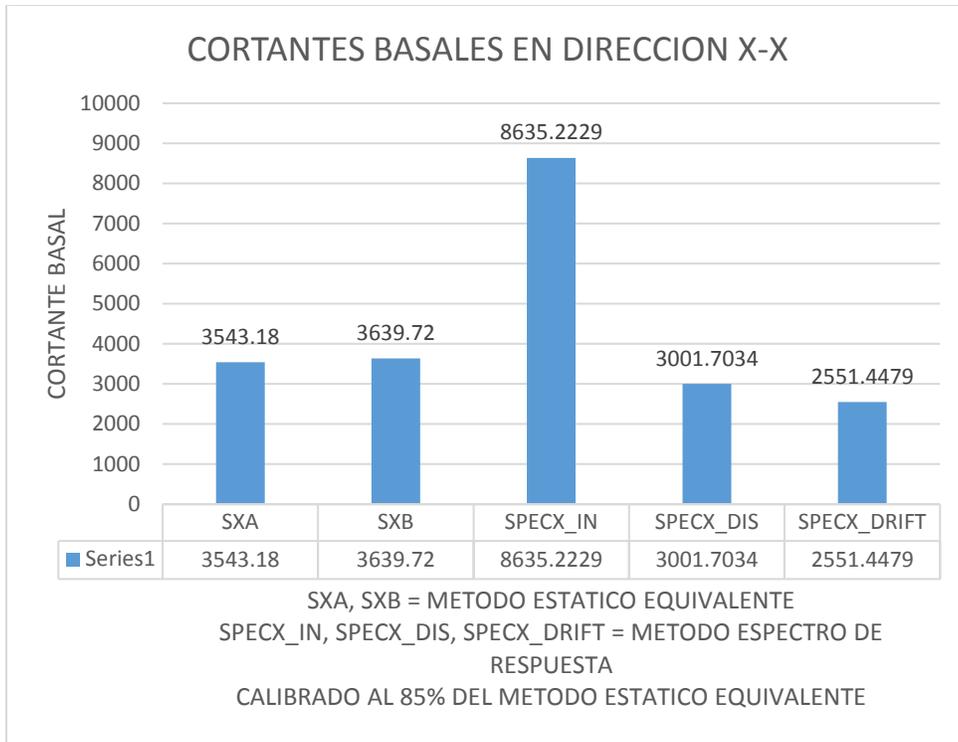


Figura 5 Representación gráfica de los métodos de calibración del sismo estático equivalente y el método modal espectral para las dos direcciones de análisis principal



Figura 6 Deriva lateral sentido Este-Oeste al límite de cedencia con el sismo de diseño dinámico al 99% de la deriva lateral máxima permisible.

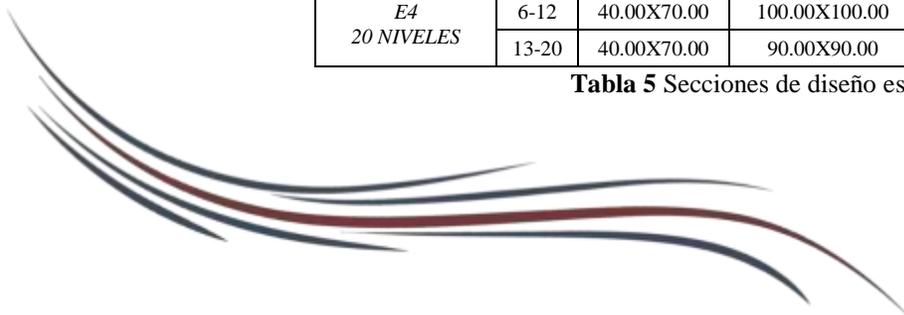


Figura 7 Deriva lateral por nivel sentido Norte-Sur al límite de cedencia con el sismo de diseño dinámico al 67% de la deriva lateral máxima permisible.

En la tabla 3 se presenta un resumen de las secciones de diseño obtenidas para cada uno de los modelos en estudio.

| <i>ESTRUCTURA</i> | <i>Nivel</i> | <i>Vigas (cm)</i> | <i>Columnas (cm)</i> | <i>Muros estructurales X-X(cm)</i> | <i>Muros estructurales Y-Y(cm)</i> |
|-----------------------------------|--------------|-------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <i>SISTEMA DUAL E4 20 NIVELES</i> | 1-5 | 40.00X70.00 | 115.00X115.00 | 315.5.X50.00 | 875.00x40.00 |
| | 6-12 | 40.00X70.00 | 100.00X100.00 | 315.5.X50.00 | 875.00X40.00 |
| | 13-20 | 40.00X70.00 | 90.00X90.00 | 315.5.X50.00 | 875.00X40.00 |

Tabla 5 Secciones de diseño estructural



Todas las vigas de acople tendrán dimensiones iguales para todos los entrepisos con una altura de 1.00m y una relación de aspecto $l_n/h = 2.45$

3.6. Efectos de segundo orden e índice de estabilidad

Para conocer la estabilidad de una estructura se debe de realizar un análisis que permita identificar los efectos P-Delta, en las dos direcciones principales de la estructura, producen un incremento en las fuerzas internas, momentos y derivas de la estructura y que por ello deben considerarse para el cálculo de dichos incrementos y para la evaluación de la estabilidad estructural global.

El índice de estabilidad Q_i , para el piso i y en la dirección bajo estudio, puede calcularse por medio de la ecuación:

$$Q_i = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i} \quad \text{Ecuación (3.8)}$$

Dónde:

Q_i : Índice de estabilidad del piso i , es la relación entre el momento de segundo orden y el momento de primer orden.

P_i : Suma de la carga vertical total sin mayorar, incluyendo el peso muerto y la sobrecarga por carga viva, del piso i y de todos los pisos localizados sobre el piso i

Δ_i : Deriva del piso i calculada en el centro de masas del piso.

V_i : Cortante sísmico del piso i

h_i : Altura del piso i considerado

Siempre se debe cumplir que $Q_i \leq 0.25$, cuando es mayor a ese valor la estructura es potencialmente inestable y debe rigidizarse. Cuando está en el rango de $0.1 < Q_i < 0.25$ se deben considerar los efectos P- Δ mediante un factor de mayoración $f_{P-\Delta}$ que amplifica las derivas, fuerzas internas y momentos que aparecen como producto de la aplicación de las cargas laterales. Para valores menores de 0.09 se ignoran los efectos.

$$f_{P-\Delta} = \frac{1}{1 - Q_i} \quad \text{Ecuación (3.9)}$$

Dónde:

$f_{P-\Delta}$ Factor de mayoración para amplificación de fuerzas y momentos.

Q_i Índice de estabilidad del piso i

3.7. Efectos P-Delta

Para efectos prácticos se considera por medio del coeficiente de estabilidad Theta (θ), se describe la ecuación en ASCE 7-16 (12.8-16) de la siguiente forma:

$$\theta = \frac{P_x \Delta_e}{V_x h_{sx} C_d} \quad \text{Ecuación (3.10)}$$

Dónde:

P_x : Carga vertical total de diseño sobre el nivel x

Δ : Deriva de diseño

I_e : Factor de importancia

V_x : Cortante basal de diseño actuando en la base de los entrepisos x de la estructura

h_{sx} : Altura del entrepiso debajo del nivel x

C_d : Factor de incremento de desplazamiento elástico

Los efectos P-Delta no se consideran cuando el coeficiente es menor a 0.09, se consideran en el coeficiente de estabilidad se encuentra dentro de $0.09 < \theta < \theta_{MAX}$ y no pueden sobrepasar el límite máximo de θ_{MAX} , la diferencia radica en límite máximo que se debe obtener por la siguiente ecuación:

$$\theta_{MAX} = \frac{0.5}{\beta C_d} \leq 0.25 \quad \text{Ecuación (3.11)}$$

Donde:

θ_{MAX} : Límite máximo del coeficiente de estabilidad, esto se establece para proteger a las estructuras de la posibilidad de inestabilidad por las deformaciones residuales posteriores a sismos intensos.

β : Es una relación demanda capacidad de cortante para los entrepisos en los niveles x, dicho de otra forma este factor es el inverso de la sobre resistencia del entrepiso, la normativa sugiere tomar como 1.0 pero se advierte que este es un valor conservador, para el análisis del efecto P-Delta se tomó como 1.0, se toma este valor para esta del lado de la seguridad estructural.

Si de la ecuación 3.11 despejamos $1/\beta$, podemos obtener para cada entrepiso la sobre resistencia requerida.

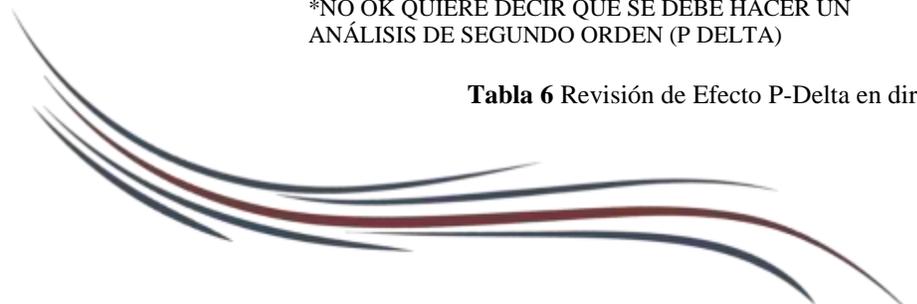
$$\frac{1}{\beta} = \frac{C_d \theta}{0.5} \quad \text{Ecuación (3.12)}$$

En las tablas 4 y 5 se presenta el resumen de la verificación por índices de estabilidad, que indican que no debe de ser considerado el efecto P-Delta en el análisis estructural ya que la estructura para las condiciones de cargas gravitacionales y sísmicas permanece estable.

| REVISION EFECTOS P DELTA, ASCE 7-16 CAPITULO 12.8.7 | | | | | | | |
|--|---------|-----------|-----------------|--|------------|------------------|------------|
| $\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d}$ (12.8-16) | | | | $\theta_{max} = \frac{0.5}{\beta C_d}$ (12.8-17) | | | |
| | | | | $\beta =$ 1.00 | | DATO CONSERVADOR | |
| DIRECCION X | | | | | | | |
| Nivel | hsx (m) | Px (Ton) | Δ_x (cm) | Vx (Ton) | θ_x | θ_{max} | Conclusión |
| LOSA 20/N21 | 3.50 | 1,576.15 | 26.83 | 620.64 | 0.044 | 0.09 | OK |
| LOSA 19/N20 | 3.50 | 3,152.30 | 25.75 | 1,121.58 | 0.047 | 0.09 | OK |
| LOSA 18/N19 | 3.50 | 4,728.44 | 24.75 | 1,472.32 | 0.052 | 0.09 | OK |
| LOSA 17/N18 | 3.50 | 6,304.59 | 23.65 | 1,727.49 | 0.056 | 0.09 | OK |
| LOSA 16/N17 | 3.50 | 7,880.74 | 22.40 | 1,920.04 | 0.060 | 0.09 | OK |
| LOSA 15/N16 | 3.50 | 9,456.89 | 21.12 | 2,069.42 | 0.063 | 0.09 | OK |
| LOSA 14/N15 | 3.50 | 11,033.03 | 19.76 | 2,191.19 | 0.065 | 0.09 | OK |
| LOSA 13/N14 | 3.50 | 12,609.18 | 18.39 | 2,299.04 | 0.065 | 0.09 | OK |
| LOSA 12/N13 | 3.50 | 14,114.15 | 16.88 | 2,399.62 | 0.064 | 0.09 | OK |
| LOSA 11/N12 | 3.50 | 15,619.13 | 15.37 | 2,498.04 | 0.062 | 0.09 | OK |
| LOSA 10/N11 | 3.50 | 17,124.10 | 13.84 | 2,600.58 | 0.059 | 0.09 | OK |
| LOSA 9/N10 | 3.50 | 18,629.07 | 12.28 | 2,711.63 | 0.055 | 0.09 | OK |
| LOSA 8/N9 | 3.50 | 20,134.05 | 10.70 | 2,834.75 | 0.049 | 0.09 | OK |
| LOSA 7/N8 | 3.50 | 21,639.02 | 9.12 | 2,972.29 | 0.043 | 0.09 | OK |
| LOSA 6/N7 | 3.50 | 23,026.12 | 7.56 | 3,116.19 | 0.036 | 0.09 | OK |
| LOSA 5/N6 | 3.50 | 24,224.47 | 6.05 | 3,250.34 | 0.029 | 0.09 | OK |
| LOSA 4/N5 | 3.50 | 25,422.82 | 4.60 | 3,372.42 | 0.023 | 0.09 | OK |
| LOSA 3/N4 | 3.50 | 26,621.18 | 3.23 | 3,484.94 | 0.016 | 0.09 | OK |
| LOSA 2/N3 | 3.50 | 27,819.53 | 1.97 | 3,577.81 | 0.010 | 0.09 | OK |
| LOSA 1/N2 | 5.00 | 29,016.37 | 0.87 | 3,635.49 | 0.003 | 0.09 | OK |

*NO OK QUIERE DECIR QUE SE DEBE HACER UN ANÁLISIS DE SEGUNDO ORDEN (P DELTA)

Tabla 6 Revisión de Efecto P-Delta en dirección Este-Oeste



| REVISION EFECTOS P DELTA, ASCE 7-16 CAPITULO 12.8.7 | | | | | | | |
|--|------------|-----------|-----------------|--|------------|---------------------|------------|
| $\theta = \frac{P_x \Delta l_e}{V_x h_{sx} C_d}$ (12.8-16) | | | | $\theta_{max} = \frac{0.5}{\beta C_d}$ (12.8-17) | | | |
| | | | | $\beta =$ | 1.00 | DATO CONSERVADOR | |
| DIRECCION Y | | | | | | | |
| Nivel | hsx (m) | Px (Ton) | Δ_x (cm) | V _x (Ton) | θ_x | θ_{max} | Conclusión |
| LOSA 20/N21 | 3.50 | 1,576.15 | 18.67 | 624.45 | 0.031 | 0.09 | OK |
| LOSA 19/N20 | 3.50 | 3,152.30 | 17.65 | 1,152.94 | 0.031 | 0.09 | OK |
| LOSA 18/N19 | 3.50 | 4,728.44 | 16.63 | 1,526.73 | 0.033 | 0.09 | OK |
| LOSA 17/N18 | 3.50 | 6,304.59 | 15.59 | 1,779.02 | 0.036 | 0.09 | OK |
| LOSA 16/N17 | 3.50 | 7,880.74 | 14.55 | 1,941.63 | 0.038 | 0.09 | OK |
| LOSA 15/N16 | 3.50 | 9,456.89 | 13.49 | 2,041.45 | 0.041 | 0.09 | OK |
| LOSA 14/N15 | 3.50 | 11,033.03 | 12.43 | 2,101.79 | 0.042 | 0.09 | OK |
| LOSA 13/N14 | 3.50 | 12,609.18 | 11.37 | 2,144.93 | 0.043 | 0.09 | OK |
| LOSA 12/N13 | 3.50 | 14,114.15 | 10.31 | 2,190.51 | 0.043 | 0.09 | OK |
| LOSA 11/N12 | 3.50 | 15,619.13 | 9.26 | 2,255.66 | 0.042 | 0.09 | OK |
| LOSA 10/N11 | 3.50 | 17,124.10 | 8.22 | 2,352.35 | 0.039 | 0.09 | OK |
| LOSA 9/N10 | 3.50 | 18,629.07 | 7.19 | 2,485.20 | 0.035 | 0.09 | OK |
| LOSA 8/N9 | 3.50 | 20,134.05 | 6.19 | 2,651.09 | 0.031 | 0.09 | OK |
| LOSA 7/N8 | 3.50 | 21,639.02 | 5.21 | 2,841.55 | 0.026 | 0.09 | OK |
| LOSA 6/N7 | 3.50 | 23,026.12 | 4.26 | 3,036.20 | 0.021 | 0.09 | OK |
| LOSA 5/N6 | 3.50 | 24,224.47 | 3.37 | 3,209.91 | 0.017 | 0.09 | OK |
| LOSA 4/N5 | 3.50 | 25,422.82 | 2.54 | 3,359.42 | 0.012 | 0.09 | OK |
| LOSA 3/N4 | 3.50 | 26,621.18 | 1.76 | 3,487.02 | 0.009 | 0.09 | OK |
| LOSA 2/N3 | 3.50 | 27,819.53 | 1.06 | 3,583.87 | 0.005 | 0.09 | OK |
| LOSA 1/N2 | 5.00 | 29,016.37 | 0.46 | 3,641.62 | 0.002 | 0.09 | OK |

*NO OK QUIERE DECIR QUE SE DEBE HACER UN ANÁLISIS DE SEGUNDO ORDEN (P DELTA)

Tabla 7 Revisión de Efecto P-Delta en dirección Norte-Sur.

3.8. Análisis y diseño estructural de vigas de acople

A continuación, se verá el diseño estructural de una viga de acople ubicada en la Losa 5/N6, en el eje 3 coordinado de la estructura, identificado con un elemento frame B2, se muestran los resultados de diseño en ETABS, también la comprobación de este diseño, para determinar las dimensiones de la viga de acople, así como su armado.

ETABS 18.1.0

License #*1Z9ZXB5DB2GG6FK

ETABS Shear Wall Design

Spandrel Details

| Story ID | Spandrel ID | Centroid X (in) | Centroid Y (in) | Depth (in) | Width (in) | LLRF |
|-----------|-------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------|
| LOSA 5/N6 | S1 | 488.7323 | 0 | 31.4661 | 19.688 | 1 |

Material Properties

| E_c (lb/in ²) | f'_c (lb/in ²) | Lt.Wt Factor (Unitless) | f_y (lb/in ²) | f_{yk} (lb/in ²) |
|-----------------------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 4700606.78 | 6969.44 | 1 | 60000 | 60000 |

Design Code Parameters

| Φ_T | Φ_C | Φ_V | Φ_V (Seismic) |
|----------|----------|----------|--------------------|
| 0.9 | 0.65 | 0.75 | 0.6 |

Spandrel Flexural Design—Top Reinforcement

| Station Location | Reinf Area in ² | Reinf Percentage | Reinf Combo | Moment, M_u kip-ft |
|------------------|----------------------------|------------------|-------------|----------------------|
| Left | 8.5024 | 1.37 | CR4X | -1000.8664 |
| Right | 8.5022 | 1.37 | CR4X | -1000.8462 |

Spandrel Flexural Design—Bottom Reinforcement

| Station Location | Reinf Area in ² | Reinf Percentage | Reinf Combo | Moment, M_u kip-ft |
|------------------|----------------------------|------------------|-------------|----------------------|
| Left | 8.5024 | 1.37 | CR4X | 1000.8664 |
| Right | 8.5022 | 1.37 | CR4X | 1000.8462 |

Spandrel Shear Design

| Station Location | A_{web} in ² /ft | A_{core} in ² /ft | ShearCombo | V_u kip | ΦV_u kip | ΦV_u kip | ΦV_u kip |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------|-----------|----------------|----------------|----------------|
| Left | 2.0643 | 0.5906 | CR4X | 231.451 | 55.9 | 175.551 | 231.451 |
| Right | 2.0643 | 0.5906 | CR4X | 231.447 | 55.9 | 175.546 | 231.447 |

Spandrel Shear Design—Diagonal Reinforcement

| Station Location | A_{diag} in ² | Shear Combo | V_u kip | $V_{u,web}$ kip | L/ft Ratio | Seismic Design | Diag Reinf Mandatory |
|------------------|----------------------------|-------------|-----------|-----------------|------------|----------------|----------------------|
| Left | 8.9382 | CR4X | 231.451 | 186.335 | 3.048 | Yes | No |
| Right | 8.938 | CR4X | 231.447 | 186.335 | 3.048 | Yes | No |

Grafica 3 Diseño de elemento Frame B2, Viga de acople unidades en sistema inglés.



| REFUERZO DIAGONAL DE VIGA DE ACOPLE | | | |
|---|--------|-----------------------|--|
| Valores de entrada en color amarillo | | | |
| f_y = | 60 | ksi | |
| f_c = | 4 | ksi | |
| A_{diag} = | 2.02 | in ² | |
| Seleccionar tamaño de barra = | # 7 | | |
| Aproximado de barras requeridas = | 3.36 | No | |
| REFUERZO TRANSVERSAL DE VIGAS DIAGONALES | | | |
| Ancho de la viga de acople, t_s = | 19.69 | in | |
| S_{max} = | 4.921 | in | 1/4 de la base de la viga de acople |
| S_{max} = | 5.25 | in | 6 diámetros de la varilla de refuerzo diagonal |
| S_{max} = | 4 | in | $4 + \left(\frac{14 - h_x}{3}\right)$ $4 \text{ in.} \leq S_x \leq 6 \text{ in.}$ |
| Controla la máxima separación S_{max} = | 4.921 | in | |
| Recubrimiento = | 1 | in | |
| Altura de estribos en la diagonal C/C, h_c = | 13 | in | |
| Espaciamiento del refuerzo vertical C/C, h_x = | 14 | in | |
| A_g = | 210.25 | in ² | |
| A_{ch} = | 169.00 | in ² | |
| A_{sh} = | 0.31 | in ² | $A_{sh} = 0.3 \left(s h_c \frac{f_c'}{f_y} \right) \left[\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right]$ |
| A_{sh} or | 0.38 | in ² | $A_{sh} = 0.09 s h_c \frac{f_c'}{f_y}$ |
| $A_{sh \text{ max}}$ = | 0.38 | in ² | |
| Seleccionar tamaño de barra para estribo y eslabon = | # 4 | | |
| Numero de patas = | 3 | No | |
| Area provista A_{sh} = | 0.59 | in ² | - |
| REFUERZO ADICIONAL, HORIZONTAL Y VERTICAL EN VIGA DE ACOPLE | | | |
| h_s = | 31.5 | in | |
| S_{max} = | 5.899 | in | $d/5$ |
| S_{max} or | 12 | 12 in | ACI 318-19 SECCION 18.10.7.4 |
| Acero mínimo vertical A_{vert} = | 0.591 | in ² /feet | $0.0025 t_s S$ |
| acero de ETABS A_{vert} = | 0.591 | in ² /feet | |
| Seleccionar tamaño de barra para acero horizontal = | # 3 | | |
| Espaciamiento requerido entre el acero horizontal = | 4.5 | in | OK |
| Minimum A_{horiz} = | 0.591 | in ² /feet | $0.0020 t_s \times h$ |
| A_{horiz} = | 0.591 | in ² /feet | |
| Required Horizontal Spacing = | 4.5 | in | |
| Choose S = | 5 | in | OK |

Figura 7 Comprobación de diseño de viga de acople de programa ETABS, unidades en sistema inglés.

4. ANALISIS ESTRUCTURAL DINAMICO NO LINEAL Y NIVELES DE DESEMPEÑO

4.1. Introducción

Para realizar el análisis no lineal de una estructura de altura considerable, se debe optar por realizarlo de manera dinámica a través de un análisis tiempo historia, donde se considera el cambio de fuerzas de aceleraciones sísmicas en la base de la estructura y que hacen inversión de esfuerzos por carga cíclica de valores variables.

Existen diversos códigos para la revisión de estructuras existentes, que no están limitadas a estas y que también se pueden utilizar para estructuras nuevas como lo es el edificio de 20 niveles que es el objeto de estudio de esta investigación.

4.2. Normativa para modelar y realizar un análisis no lineal dinámico.

La normativa inicial a utilizar está basado en los estudios, investigaciones de las publicaciones la American Society of Civil Engineers ASCE/SEI 41-13 (2014), para determinar esto.

Son guías para la evaluación sísmica de estructuras existentes y nuevas, el programa ETABS hace empleo de esta normativa para determinar los niveles de desempeño y propiedades de rótulas plásticas, que son necesarias para realizar el análisis no lineal.

También se abordarán los diferentes modelos matemáticos que existen para la definición de la degradación de los elementos estructurales y se definirá cual será el más adecuado para este estudio.

4.3. Modelos histéreticos

Un análisis de respuesta sísmica inelástica de estructuras requiere modelos de histéresis, los cuales pueden representar la relación de resistencia-deformación de un modelo de miembro estructural.

Las relaciones de resistencia-deformación son diferentes para materiales constitutivos de una sección, para una sección, para un miembro, para un piso y para una estructura entera. La relación resistencia-deformación de una unidad de análisis estructural observado en un ensayo de laboratorio debe ser idealizado dentro de un modelo de histéresis de resistencia-deformación. Se deben usar niveles diferentes de modelos de resistencia-deformación para elementos estructurales considerados en un análisis; por ejemplo, un modelo constitutivo de materiales en un análisis por el método de elementos finitos, un modelo de histéresis para un resorte rotacional del modelo de un miembro de un componente, un modelo de histéresis de corte basal- distorsión para un modelo masa-resorte.

El estado del arte no proporciona un método confiable para estimar la rigidez inicial, deformación de fluencia y la deformación última. La rigidez se degrada de la rigidez elástica inicial con el aumento de la deformación inelástica y el número de ciclos de carga y descarga. El módulo elástico del concreto varía significativamente con la resistencia del concreto y la mezcla; las grietas iniciales causan decaimiento en la rigidez. La estimación de la deformación de fluencia es más complicada por la interacción de las deformaciones por flexión, corte y deformaciones adicionales debidas al repliegue del refuerzo longitudinal en la zona de anclaje y debido al deslizamiento de la barra de refuerzo longitudinal a lo largo de la dirección longitudinal del refuerzo dentro del miembro. Por tanto, las expresiones empíricas son necesarias para la estimación de la deformación de fluencia y deformación última.

Las coordenadas de un punto de respuesta en un plano de resistencia-deformación están dadas por (D, F), donde, D: Deformación, F: Resistencia. La curva esqueleto está representada por cualquiera de las dos relaciones, "bilineal" o "trilineal" para un elemento de concreto armado, con los cambios de rigidez en los puntos de "agrietamiento (C)" y "fluencia (Y)".

Los siguientes términos se definen para aclarar la descripción de histéresis:

Carga: un caso en el que el valor absoluto de la resistencia (o deformación) aumenta en la curva de esqueleto.

Descarga: un caso en el que el valor absoluto de la resistencia (o deformación) disminuye después de la carga o recarga.

Recarga: un caso en el que el valor absoluto de la resistencia (o deformación) aumenta después de la descarga antes de que el punto de respuesta alcance la curva esqueleto.



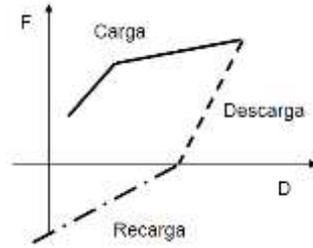


Figura 8 Definición de un ciclo de histéresis

4.4. Modelo de degradación de Takeda.

Basándose en la observación experimental del comportamiento de un número de elementos de concreto armado de tamaño mediano ensayados bajo inversiones de carga laterales con una ligera cantidad media de carga axial, (Takeda, Sozen & Nielsen, 1970) desarrollaron un modelo de histéresis, el cual ha sido ampliamente utilizado en el análisis de respuesta sísmica no lineal de estructuras de concreto armado.

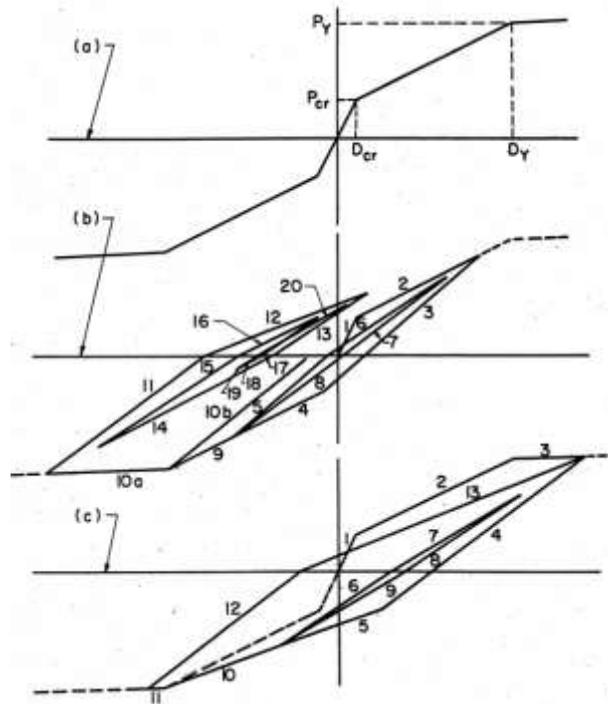


Figura 9 Modelo de Histeresis de Takeda

Modelo de histéresis de Takeda

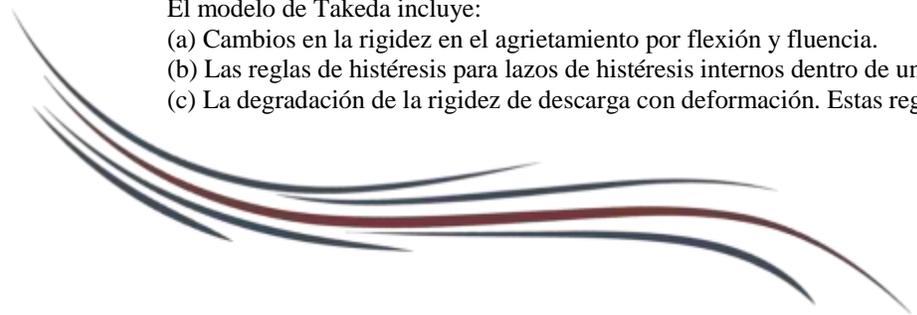
A continuación se listan siete condiciones, reglas y excepciones que se deben de considerar al modelar elementos o estructuras con la histéresis de Takeda.

| # | Condición | Regla | Ejemplo |
|---|---|---|--|
| 1 | La carga de agrietamiento P_{cr} no debe ser excedida en una dirección. La carga se invierte de una carga $P (<P_y)$ en la dirección contraria. | La descarga sigue una línea recta desde la posición de la carga al punto que representa la carga de agrietamiento en la otra dirección. | Segmento 3 en Figura 9b Si la descarga ocurre antes de la deformación representada por el segmento 2, las reglas no proveen un lazo histerético. |

- | | | | |
|---|---|--|---|
| 2 | Una carga P1 es alcanzada en una dirección de la curva primaria tal que $P_{cr} < P1 < P_y$. Luego la carga se invierte a -P2, tal que $P2 < P1$. | Descarga paralela a la curva de carga para medio ciclo. | Segmento 5 paralelo al segmento 3 en Figura 9b. |
| 3 | Una carga P1 es alcanzada en una dirección de tal manera que $P_{cr} < P1 < P$. Luego la carga se invierte a -P3 de manera que $P3 > P1$. | La descarga sigue una línea recta que une el punto del retorno y el punto que representa el agrietamiento en la otra dirección. | Segmento 10b en la Figura 9b. |
| 4 | Uno o más ciclos de carga han ocurrido. La carga es cero. | Para construir la curva de carga, conecte el punto de carga cero hasta el punto alcanzado en el ciclo anterior, si ese punto se encuentra en la curva primaria o en una línea dirigida a un punto de la curva primaria. Si el ciclo de carga anterior no contiene tal punto, vaya al ciclo anterior y continúe el proceso hasta que se encuentre tal punto. A continuación, conecte este punto hasta el punto de carga cero. Excepción: Si el punto de fluencia no ha sido excedido y si el punto de carga cero no se encuentran dentro de la proyección horizontal de la curva primaria para esa dirección de carga, conecte el punto de carga cero con el punto de fluencia para obtener la pendiente de carga. | El segmento 12 en la Figura 8b representa la excepción. Este está dirigido al punto de fluencia antes del punto más alto en el segmento 2. El segmento 8 en la figura 9b, representa una aplicación rutinaria, donde el segmento 20 representa un caso donde la carga en la curva está dirigida al punto máximo en el segmento 12 |
| 5 | La carga de Fluencia, P_y , se supera en una dirección. | La curva de descarga sigue la pendiente dada por la ecuación siguiente: $k_r = k_y (D_y/D)^{0.4}$ Donde k_r = pendiente de la curva de descarga, k_y = pendiente de una línea que une el punto de fluencia en una dirección al punto de agrietamiento en la otra, D_y = deflexión en la fluencia, D = deflexión máxima en la dirección de la carga. | Segmento 4, en la Figura 9c. |
| 6 | La carga de fluencia se supera en una dirección, pero la carga de agrietamiento no se supera en la dirección opuesta. | La descarga sigue la regla 5. La carga en la otra dirección continúa como una extensión de la línea de descarga hasta la carga de agrietamiento. Luego, la curva de carga está dirigida al punto de fluencia. | Segmentos 4 y 5 en la Figura 9c. |
| 7 | Una o más ciclos de carga han ocurrido. | Si el cuarto de ciclo inmediatamente anterior se mantiene en un lado del eje de carga cero, descargue en la proporción basada en la regla 2, 3 y 5 el que gobierne en la historia de carga anterior. Si el cuarto de ciclo inmediatamente anterior cruza el eje de carga, descarga el 70% de la proporción basada en la regla 2, 3 o 5, el que gobierne en la historia de carga anterior, pero no en una pendiente más plana que la pendiente de carga inmediatamente anterior. | Segmentos 11 al 20 de la Figura 9b. |

El modelo de Takeda incluye:

- (a) Cambios en la rigidez en el agrietamiento por flexión y fluencia.
- (b) Las reglas de histéresis para lazos de histéresis internos dentro de un lazo exterior.
- (c) La degradación de la rigidez de descarga con deformación. Estas reglas de histéresis son extensas y comprensibles



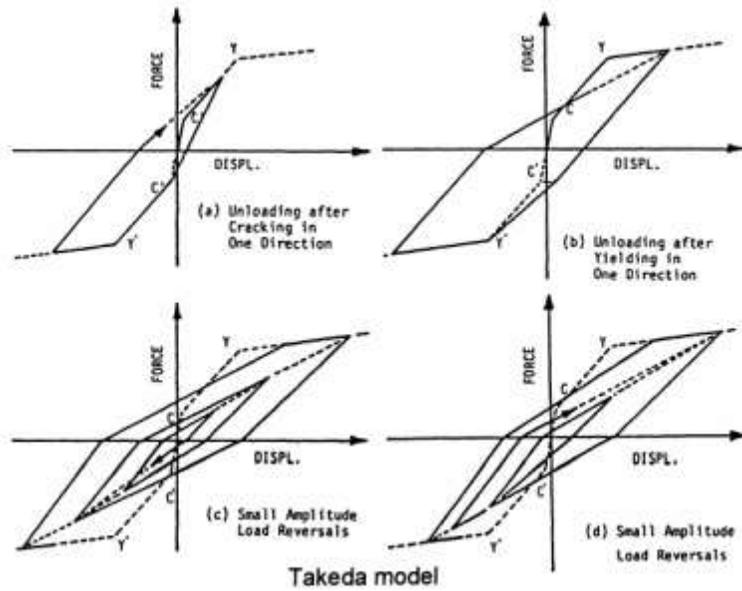


Figura 10 Modelo de Takeda (Tomado de Lecture Notes, Nonlinear Earthquake Response Analysis of Reinforced Concrete Buildings, August 2002 Shusuke Otani, Chapter 11, page 25).

El índice de disipación de energía histórica del modelo de Takeda es expresado como:

$$E_h = \frac{1}{\pi} \left(1 - \frac{1 - \frac{D_c}{D_y} \mu^\alpha (1 - \beta + \mu\beta)}{1 - \frac{F_c}{F_y} \mu} \right) \quad \text{(Ecuación 4.1)}$$

La expresión es válida para factores de ductilidad mayores que la unidad.

Cabe señalar que la regla de histéresis de Takeda fue originalmente desarrollada para simular el comportamiento de elementos de concreto armado.

Por lo tanto, el índice de disipación de energía puede verse también de forma gráfica, como se muestra en la figura 10.

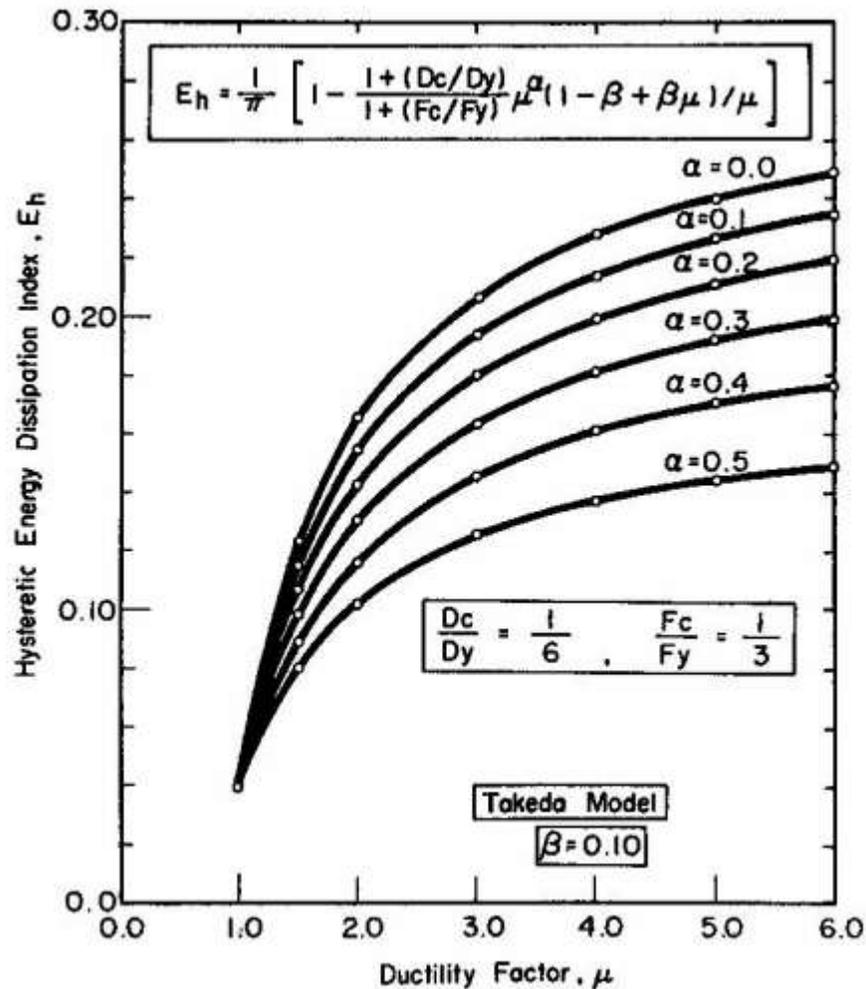


Figura 11 Índice de disipación de energía para el modelo de degradación de Takeda (Tomado de Lecture Notes, Nonlinear Earthquake Response Analysis of Reinforced Concrete Buildings, August 2002 Shusuke Otani, Chapter 11, page 25).

4.5. Análisis dinámico no lineal por el ASCE 41-13

Este análisis aplica para cualquier estructura y consiste en realizar un historial de respuesta de las demandas no lineales exigidas por la estructura cuando son inducidas por un historial de aceleración de un sismo. Es un análisis más exacto para saber el comportamiento de la estructura ante un sismo, dando parámetros como son los efectos de modo superior y desplazamiento global de la estructura.

Para poder realizar un análisis de este tipo, se debe contar con experiencia y exactitud en la entrada de datos, pues una pequeña variación difiere sustancialmente en la respuesta de análisis

Se utilizará un sismo sintético proporcionado por el MSc. Miguel Peralta Salas, ya que este proporciona mejores características que un conjunto de pares de registros sintéticos de otras localidades en el mundo, dicho de otra forma, la literatura exige si no existen registros acelerógrafos de sismos intensos para un lugar en específico el uso de siete pares de registros, en las direcciones ortogonales a la estructura según su centro de masas.

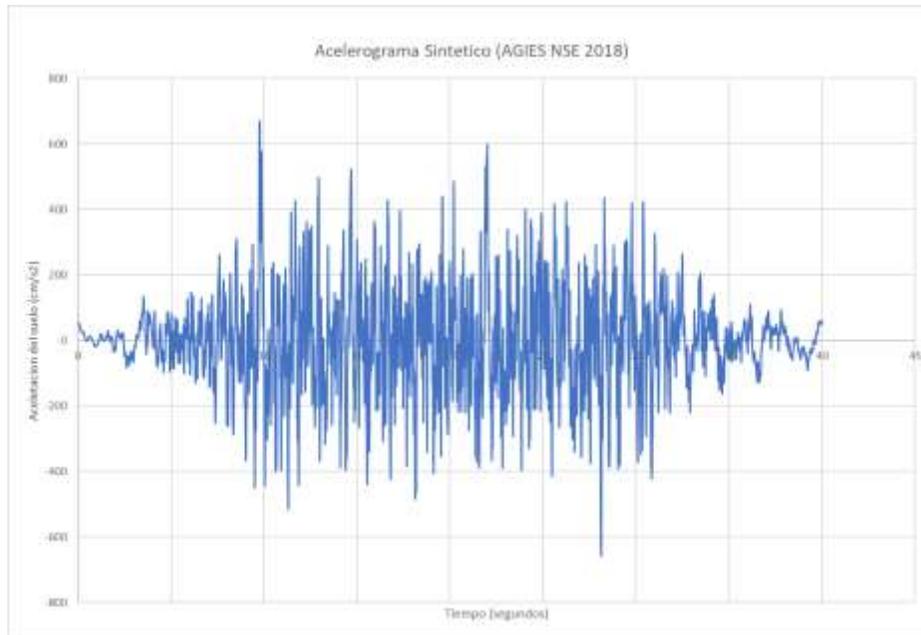


Figura 12 Registro sintético de 40 segundos para espectro de diseño de normativa AGIES NSE 2018 Fuente: Autoria Propia.

El análisis nombrado anteriormente establecido por el Seismic Evaluación and retrofit of Existing Buildings (ASCE 41-13), se toma el análisis dinámico no lineal, que utiliza la metodología de FEMA 270 y FEMA 356.

Se debe de realizar y determinar según lo establecido en FEMA 356, en concreto en la sección 3.3.4 que se refiere al procedimiento para análisis dinámico no lineal NDP (Non linear Dynamic Procedure por sus siglas en ingles)

4.6. Registros de aceleración sintéticos.

El alcance de esta investigación no es la determinación y generación de acelerogramas sintéticos, sino fundamentar los principios matemáticos y deterministas que los gobiernan.

En el libro Dynamics of Structures (Clough. & Penzien, 2003) en la sección 25-4 se describe la metodología usada para la generación de acelerogramas sintéticos basados en un espectro de respuesta de diseño estructural.

Se basa en los conceptos de la sección 25-3 de libro Dynamics of Structures, que se refiere al diseño de espectros de respuesta, se puede consultar esta teoría en las páginas 586 a 597, el diseño y la respuesta máxima probable de un movimiento sísmico están usualmente especificados en términos de un espectro de respuesta de diseño.

Se asume que, para un sistema estructural lineal, este espectro puede ser usado para obtener los niveles correspondientes a la máxima respuesta a través de un análisis modal estándar que se discute en los capítulos 26 y 27 de dicho libro.

En muchos casos, sin embargo, los análisis dinámicos tiempo historia deben de ser llevados a cabo para la predicción de los niveles máximos de respuestas estructurales.

Existen varias razones para tener para hacer esto. Por ejemplo, en condiciones de sismos máximos probables, la mayoría de las estructuras experimentarán daños, lo que significa que dichas estructuras responden de forma no lineal.

Por lo tanto, el enfoque de un análisis lineal modal no se puede aplicar, y aquí es donde son importantes los análisis no lineales tiempo historia. En otros casos donde la respuesta lineal de los análisis es aceptable, la complejidad y la naturaleza del modelado estructural pueden ser tales que requieran de análisis dinámicos tiempo historia

Existen en ocasiones ciertas complejidades extremas en la geometría de la estructura, que causan una dificultad al encontrar una contribución a la respuesta al momento de realizar una combinación modal se puede resolver mejor al realizar un análisis no lineal tiempo historia.

El modelado que contiene parámetros críticos dependientes de la frecuencia sería otro caso. Independiente de la razón por la que se use un análisis dinámico no lineal tiempo historia, las entradas de los sismos deben ser especificados en acelerogramas de movimientos sísmicos de campo libre.

Dado que el diseño y la máxima respuesta probable de movimientos del sismo en campo libre generalmente se especifican en términos de espectros de respuesta de diseño suavizados, los acelerogramas usados en análisis dinámicos tiempo historia deben ser compatibles con estos espectros.

4.7. Registros de aceleración sísmico escalados.

Para comparar el hecho de realizar esta investigación con tres pares de registros sintéticos, se seleccionaron 11 pares de registros acelerograficos que son compatibles con el espectro de respuesta de diseño normativo, estos fueron tomados de las bases de datos y compatibilidad de PEER, a continuación, se listan los registros usados en el ADNL:

| Spectral Ordinate | Record Seq. # | MSE | Scale Factor | Tp(s) | D5-75(s) | D5-95(s) | Arias Intensity (m/s) | Event | Year | Station | Mag | Mechanism | |
|-------------------------------------|---------------|------|--------------|--------|----------|----------|-----------------------|-------|--------------------|---------|--------------------------------------|-----------|-----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 | SRSS | 88 | 0.1761 | 4.7818 | 7.4 | 23.6 | 0.2 | San Fernando | 1971 | Santa Felita Dam (Outlet) | 6.61 | Reverse |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2 | SRSS | 164 | 0.1868 | 2.7652 | 19.7 | 36.4 | 1.3 | Imperial Valley-06 | 1979 | Cerro Prieto | 6.53 | strike slip |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 | SRSS | 286 | 0.186 | 3.8272 | 16.8 | 27 | 0.2 | Irpinia, Italy-01 | 1980 | Bisaccia | 6.9 | Normal |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4 | SRSS | 740 | 0.1215 | 4.9886 | 8.5 | 15.6 | 0.1 | Loma Prieta | 1989 | Anderson Dam (L Abut) | 6.93 | Reverse Oblique |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5 | SRSS | 755 | 0.2091 | 2.0704 | 6 | 15.7 | 1.5 | Loma Prieta | 1989 | Coyote Lake Dam - Southwest Abutment | 6.93 | Reverse Oblique |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6 | SRSS | 827 | 0.1222 | 2.9234 | 11.3 | 18.7 | 0.3 | Cape Mendocino | 1992 | Fortuna - Fortuna Blvd | 7.01 | Reverse |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 8 | SRSS | 1083 | 0.279 | 3.5598 | 6.8 | 15.9 | 0.5 | Northridge-01 | 1994 | Sunland - Mt Gleason Ave | 6.69 | Reverse |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 9 | SRSS | 1614 | 0.1734 | 4.5273 | 9.7 | 15.5 | 0.2 | Duzce, Turkey | 1999 | Lamont 1061 | 7.14 | strike slip |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11 | SRSS | 3750 | 0.0657 | 1.5633 | 8 | 15.3 | 0.9 | Cape Mendocino | 1992 | Loleta Fire Station | 7.01 | Reverse |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | SRSS | 3757 | 0.1097 | 3.3563 | 25 | 35.9 | 0.7 | Landers | 1992 | North Palm Springs Fire Sta #36 | 7.28 | strike slip |

Tabla 8 Lista de registros acelerograficos tomados de la base de datos de PEER (PEER Ground Motion Database, Time Series Search Report -- NGA-West2 -- 2021-11-14)

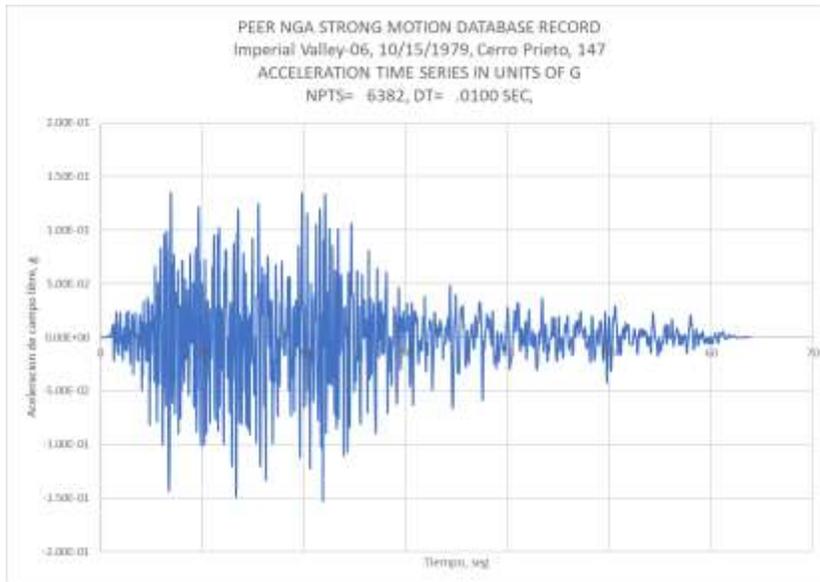


Figura 12 Ejemplo de 1 registro de aceleración del sismo Imperial Valley en 1970 de los 11 pares de registros elegidos, duración 63.24 segundos para escalar al espectro de diseño de normativa AGIES NSE 2018 Fuente: Autoría Propia.

Para realizar el escalamiento se utilizó las herramientas de escalamiento del programa ETABS, cuidando que el contenido de frecuencias del sismo original sea compatible con el espectro de respuesta de diseño de la normativa.

4.8. Objetivos de desempeño.

El objetivo de la Rehabilitación es el estado de “Desempeño” que se espera tenga la estructura bajo un sismo severo.

El “Desempeño” se puede medir cualitativamente en términos de:

1. La seguridad de los Ocupantes, durante y después del evento.
2. Costo de Rehabilitación (si fuera una estructura existente).
3. Tiempo Inhabilitado que tendrá la estructura en su reparación.

Existen tres niveles de desempeño usados para establecer los objetivos de rehabilitación y evaluación en los elementos estructurales son:

1. Ocupación Inmediata (IO por sus siglas en inglés Inmediatly Occupation)
2. Seguridad de vida (LS por sus siglas en inglés Life Security)
3. Prevención de colapso (CP por sus siglas en inglés Colapse Prevention)

En la siguiente figura lo podemos observar y ver los daños en la estructura según el objetivo de desempeño que queremos alcanzar.

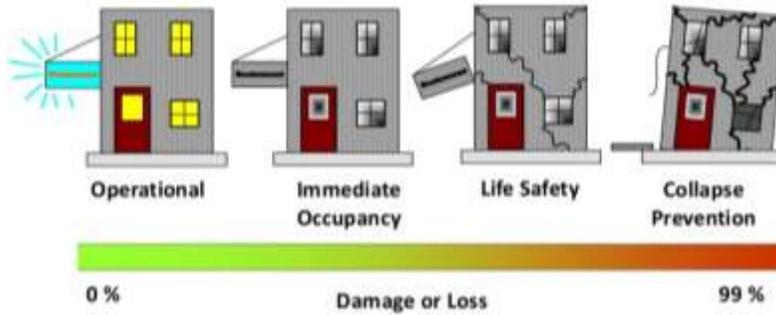


Figura 13 Gráfico de objetivos de desempeño gráfico según FEMA 451 B.

4.9. Modelado de elementos en concreto reforzado

Existen diferentes métodos para la evaluación sísmica, estos se basan en comportamiento lineal y en comportamiento no lineal de la estructura, para esta investigación se usará la metodología de ASCE 41-13

4.10. Modelos no lineales de elementos estructurales.

La no linealidad de los elementos estructurales se debe considerar de diferentes maneras, según se muestra a continuación:

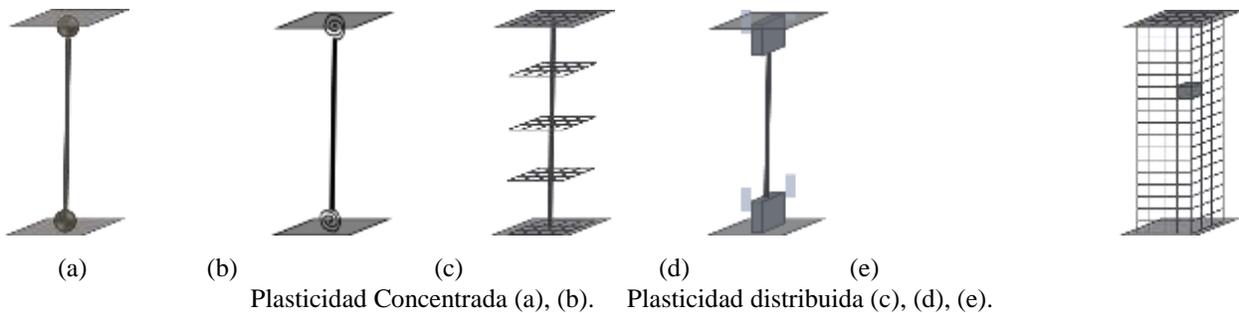


Figura 14 de plasticidad concentrada y distribuida.

Los modelos más sencillos son los de la plasticidad concentrada, en (a) y (b), aquí la no linealidad se puede modelar mediante rotulas plásticas simples o con secciones representativas del comportamiento histerético del elemento a analizar, para esta investigación este es el enfoque que se utilizará, el concepto de rótula plástica se utiliza para describir el área de la sección transversal de un elemento de la estructura donde se produce una deformación plástica, es decir de otra forma donde el comportamiento se convierte en no lineal. En los modelos de plasticidad concentrada, esta área se debe considerar puntual (discreta).

4.11. Modelo no lineal del comportamiento de vigas de acople.

Se debe de utilizar un procedimiento de modelado que represente el comportamiento no lineal de las vigas de acople de concreto reforzado, para esto se deben de cumplir los siguientes requisitos:

1. Es un procedimiento simplificado, que debe de aplicarse con relativa facilidad en la práctica de la ingeniería, en métodos de análisis no lineal, tanto estático como dinámico.
2. El modelo debe ser representativo del comportamiento del elemento desde el inicio de las cargas, es decir desde que comienza la deformación hasta el colapso.
3. Deben de tener en cuenta las particularidades del comportamiento del elemento en cuestión, en este caso de las vigas de acople, donde se destaca la deformación por cortante.
4. El modelo también debe simular la degradación de la resistencia debido a la acción cíclica de los

sismos.

A continuación, se presentan las curvas de comportamiento descrito en ASCE 41-13, la figura 15, presenta las curvas de fuerza -deformación generalizadas que abarca lo relacionado al concreto, para el modelado de elementos estructurales en análisis no lineales.

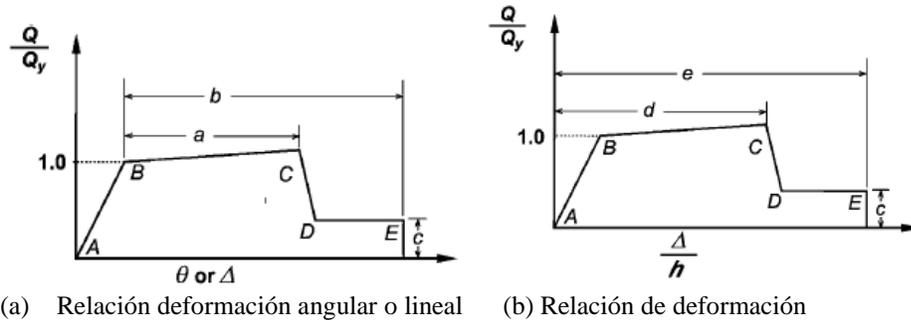


Figura 15 Relaciones generalizadas fuerza-deformación para elementos de concreto. (ASCE/SEI, 2013)

La deformación usada para la relación fuerza-deformación está expresada directamente como deformación, curvatura, rotación o elongación, los parámetros a y b se refieren a la deformación que ocurre después de la fluencia, o la deformación plástica. El parámetro c es la resistencia reducida desde el punto C a D. Los parámetros a, b y c son definidos numéricamente en varias tablas del capítulo 10 en ASCE 41-13. Alternativamente se pueden obtener los parámetros a, b y c, pueden ser determinados por métodos analíticos que sean justificados por evidencia experimental.

4.12. Relaciones constitutivas de los materiales

Relación constitutiva del Acero

La definición de la relación constitutiva del acero para el refuerzo de elementos estructurales se basa en el modelo de Mander (1983).

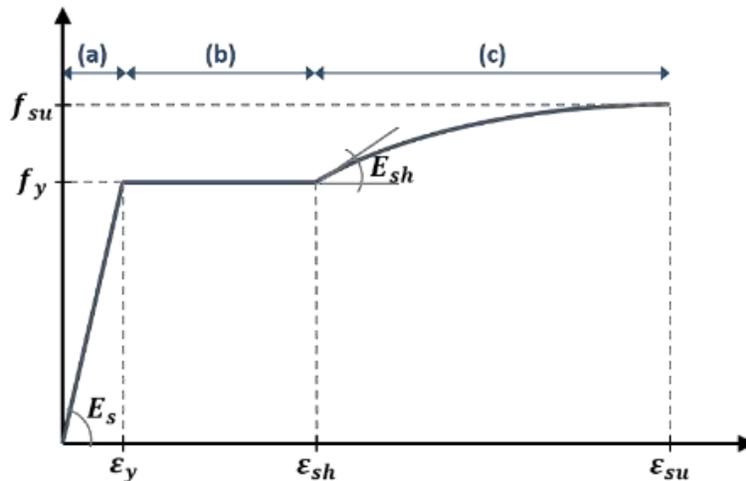


Figura 16 Grafico de la curva esfuerzo-deformación del acero de refuerzo propuesta por Mander (1983).

Podemos definir la curva de Mander de la siguiente forma

(a) Respuesta Elástica $0 \leq \epsilon_s \leq \epsilon_y$

Donde $f_s = E_s \epsilon_s$

(Ecuación 4.2)

(b) Fluencia del acero $\epsilon_y \leq \epsilon_s \leq \epsilon_{sh}$

Donde $f_s = F_y$ (Ecuación 4.3)

(c) Endurecimiento del acero $\varepsilon_{sh} < \varepsilon_s < \varepsilon_{su}$

Donde $f_s = f_{su} + (f_y - f_{su}) * \left[\frac{\varepsilon_{su} - \varepsilon_s}{\varepsilon_{su} - \varepsilon_{sh}} \right]^p$ (Ecuación 4.4)

Siendo $p = E_{sh} * \left[\frac{\varepsilon_{su} - \varepsilon_{sh}}{f_{su} - f_y} \right]$ (Ecuación 4.5)

Se usó un módulo de cortante de 200GPa, adicional para el cálculo de las deformaciones, el módulo de elasticidad al comienzo del endurecimiento se utilizaron las fórmulas empíricas de las investigaciones de Pipa (1993):

Relaciones constitutivas de los materiales

Relaciones constitutivas para el acero de refuerzo transversal

| fy(Mpa) | fsu(Mpa) | k=fsu/fy | $\xi_y(\%)$ | $\xi_{sh}(\%)$ | $\xi_{su}(\%)$ | Es(Gpa) | Esh(GPa) |
|---------|----------|----------|-------------|----------------|----------------|---------|----------|
| 420 | 530.6 | 1.263333 | 0.21 | 2.696 | 13.552 | 200 | 2.4 |

Relaciones constitutivas para el acero de refuerzo longitudinal

| fy(Mpa) | fsu(Mpa) | k=fsu/fy | $\xi_y(\%)$ | $\xi_{sh}(\%)$ | $\xi_{su}(\%)$ | Es(Gpa) | Esh(GPa) |
|---------|----------|----------|-------------|----------------|----------------|---------|----------|
| 420 | 530.6 | 1.263333 | 0.21 | 2.696 | 13.552 | 200 | 2.4 |

Tabla 9 Características calculadas analíticamente para refuerzos longitudinales y transversales

Relación constitutiva del concreto

Para el concreto, las relaciones sugeridas en EC 2 y EC 8-2 (Anexo E) se usan para el concreto no confinado y confinado.

El EC2 da la relación para la relación esfuerzo deformación, para uso en análisis estructural no lineal

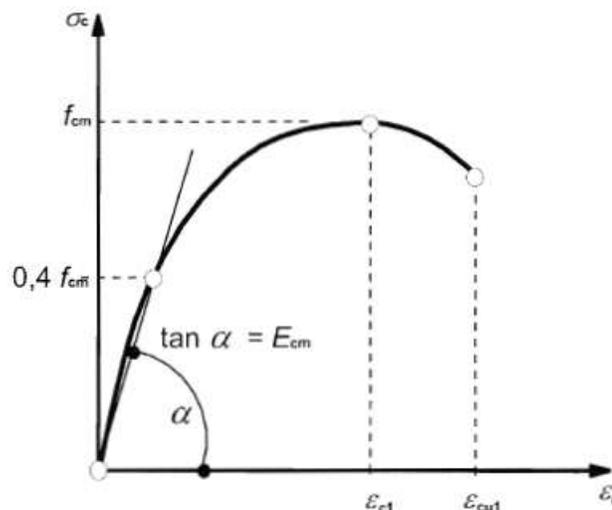


Figura 17 Representación esquemática de la relación esfuerzo-deformación para análisis estructural (utilizar $0.4f_{cm}$ para la definición de E_{cm} que es una aproximación) (en.1992.1.12004)

La relación entre σ_c y ε_c se muestra en la figura 16 (esfuerzo de compresión y acortamiento de deformación es mostrada en valores absolutos) Para términos de cargas uniaxiales debe de usarse la expresión:

$$\frac{\sigma_c}{f_{cm}} = \frac{k\eta - \eta^2}{1 + (k-2)\eta} \quad (\text{Ecuación 4.6})$$

Dónde:

$$\eta = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c1}} \quad (\text{Ecuación 4.7})$$

$$k = \frac{1.05E_{cm} \times |\varepsilon_{c1}|}{f_{cm}} \quad (\text{Ecuación 4.8})$$

Dado que, para el concreto, solo la resistencia a la compresión se determinó experimentalmente (f_{cm}), los parámetros restantes están determinados por las expresiones en la Tabla 10 de EC 2.

Todas las expresiones para el cálculo de la deformación del concreto sin confinar se presentan a continuación en una tabla experimental.

| Strength classes for concrete | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|
| f_{ck} (MPa) | 12 | 16 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| $f_{tk,0.05}$ (MPa) | 15 | 20 | 25 | 30 | 37 | 45 | 50 | 55 | 60 | 67 | 75 | 85 | 95 | 105 |
| f_{cm} (MPa) | 20 | 24 | 28 | 33 | 38 | 43 | 48 | 53 | 58 | 63 | 68 | 78 | 88 | 98 |
| f_{dm} (MPa) | 1,6 | 1,9 | 2,2 | 2,6 | 2,9 | 3,2 | 3,5 | 3,8 | 4,1 | 4,2 | 4,4 | 4,6 | 4,8 | 5,0 |
| $f_{ck,0.05}$ (MPa) | 1,1 | 1,3 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 2,5 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 | 3,4 | 3,5 |
| $f_{tk,0.05}$ (MPa) | 2,0 | 2,5 | 2,9 | 3,3 | 3,8 | 4,2 | 4,6 | 4,9 | 5,3 | 5,5 | 5,7 | 6,0 | 6,3 | 6,6 |
| E_{cm} (GPa) | 27 | 29 | 30 | 31 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 41 | 42 | 44 |
| ε_{c1} (‰) | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,25 | 2,3 | 2,4 | 2,45 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,8 |
| ε_{cu1} (‰) | 3,5 | | | | | | | | | 3,2 | 3,0 | 2,8 | 2,8 | 2,6 |
| ε_{c2} (‰) | 2,0 | | | | | | | | | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 |
| ε_{cu2} (‰) | 3,5 | | | | | | | | | 3,1 | 2,9 | 2,7 | 2,6 | 2,6 |
| n | 2,0 | | | | | | | | | 1,75 | 1,6 | 1,45 | 1,4 | 1,4 |
| ε_{c3} (‰) | 1,75 | | | | | | | | | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,2 | 2,3 |
| ε_{cu3} (‰) | 3,5 | | | | | | | | | 3,1 | 2,9 | 2,7 | 2,6 | 2,6 |

Tabla 10 Tabla de valores EC2 para el cálculo de resistencia y deformación de concreto sin confinar

Concreto Confinado

Para concreto confinado, se utiliza la relación constitutiva sugerida en el Eurocódigo 8-2, Anexo E, y que se muestra en la Figura 19.

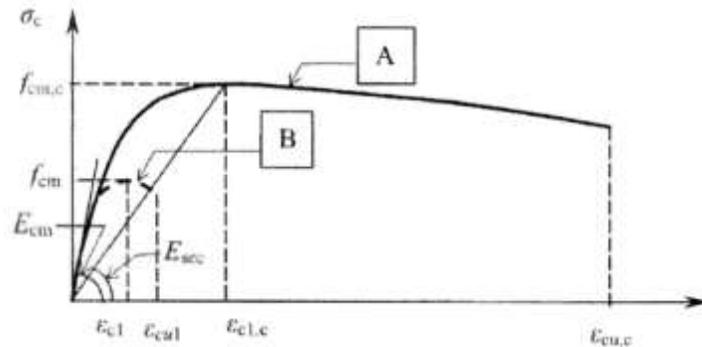


Figura 19 Representación esquemática de la relación esfuerzo-deformación para análisis estructural de concreto confinado (Anexo E) (en.1998.2.2005)

Dónde:

- A- Concreto confinado
- B - Concreto sin confinar

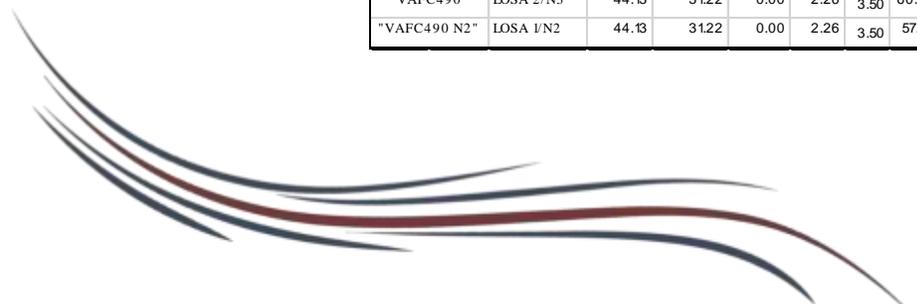
Los valores de compresión en el concreto confinado vienen dados por:

Resumen de propiedades del concreto

Se presenta un resumen en tabla de los cálculos realizados para determinar las propiedades del concreto confinado y sin confinar.

Relaciones constitutivas del concreto confinado y sin confinar

| EJE 3 Y EJE 8 | | CONCRETO NO CONFINADO | | | | | CONCRETO CONFINADO | | | | |
|---------------|-------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Mario X. 2020 | NIVEL | f _{cm} (Mpa) | E _{cm} (Mpa) | ξ _{c1} (%) | ξ _{c1} (%) | ξ _{cu1} (%) | f _{cm,c} (Mpa) | E _{sec} (GPa) | ξ _{c1,c} (%) | ξ _{cu,c} (%) | |
| "VAFC280 N19" | LOSA 19/N20 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 47.16 | 8.22 | 5.74 | 36.19 | |
| "VAFC280 N19" | LOSA 18/N19 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 47.16 | 8.22 | 5.74 | 29.75 | |
| "VAFC280 N16" | LOSA 17/N18 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 50.98 | 7.44 | 6.85 | 27.82 | |
| "VAFC280 N16" | LOSA 16/N17 | 31.38 | 26.33 | 0.00 | 2.04 | 3.50 | 47.81 | 6.61 | 7.24 | 19.08 | |
| "VAFC280 N16" | LOSA 15/N16 | 31.38 | 26.33 | 0.00 | 2.04 | 3.50 | 47.81 | 6.61 | 7.24 | 19.08 | |
| "VAFC280 N15" | LOSA 14/N15 | 31.38 | 26.33 | 0.00 | 2.04 | 3.50 | 47.81 | 6.61 | 7.24 | 19.08 | |
| "VAFC280 N15" | LOSA 13/N14 | 31.38 | 26.33 | 0.00 | 2.04 | 3.50 | 46.61 | 6.80 | 6.85 | 19.47 | |
| "VAFC350" | LOSA 12/N13 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 51.28 | 7.39 | 6.94 | 27.68 | |
| "VAFC350" | LOSA 11/N12 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 51.28 | 7.39 | 6.94 | 27.68 | |
| "VAFC350" | LOSA 10/N11 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 51.28 | 7.39 | 6.94 | 27.68 | |
| "VAFC350" | LOSA 9/N10 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 51.28 | 7.39 | 6.94 | 27.68 | |
| "VAFC350 N9" | LOSA 8/N9 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 54.26 | 6.95 | 7.81 | 26.38 | |
| "VAFC490 N8" | LOSA 7/N8 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 57.73 | 6.54 | 8.82 | 25.03 | |
| "VAFC490" | LOSA 6/N7 | 44.13 | 31.22 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 60.09 | 10.70 | 5.62 | 29.26 | |
| "VAFC490" | LOSA 5/N6 | 44.13 | 31.22 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 60.09 | 10.70 | 5.62 | 29.26 | |
| "VAFC490" | LOSA 4/N5 | 44.13 | 31.22 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 60.09 | 10.70 | 5.62 | 29.26 | |
| "VAFC490" | LOSA 3/N4 | 44.13 | 31.22 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 60.09 | 10.70 | 5.62 | 29.26 | |
| "VAFC490" | LOSA 2/N3 | 44.13 | 31.22 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 60.09 | 10.70 | 5.62 | 29.26 | |
| "VAFC490 N2" | LOSA 1/N2 | 44.13 | 31.22 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 57.56 | 11.41 | 5.04 | 30.37 | |



| EJE 5 Y EJE 6 | | CONCRETO NO CONFINADO | | | | | CONCRETO CONFINADO | | | | |
|---------------|-------------|-----------------------|----------|-------------|----------------|-----------------|--------------------|-----------|------------------|------------------|--|
| Mario X. 2020 | NIVEL | fcm(Mpa) | Ecm(Mpa) | $\xi_c(\%)$ | $\xi_{c1}(\%)$ | $\xi_{cu1}(\%)$ | fcm,c (Mpa) | Esec(GPa) | $\xi_{c1,c}(\%)$ | $\xi_{cu,c}(\%)$ | |
| "VAFC280 N17" | LOSA 19/N20 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 52.58 | 7.18 | 7.32 | 32.87 | |
| "VAFC280 N17" | LOSA 18/N19 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 52.58 | 7.18 | 7.32 | 27.09 | |
| "VAFC280 N17" | LOSA 17/N18 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 52.58 | 7.18 | 7.32 | 27.09 | |
| "VAFC280 N17" | LOSA 16/N17 | 31.38 | 26.33 | 0.00 | 2.04 | 3.50 | 49.36 | 6.39 | 7.73 | 18.60 | |
| "VAFC280" | LOSA 15/N16 | 31.38 | 26.33 | 0.00 | 2.04 | 3.50 | 53.10 | 5.95 | 8.92 | 17.58 | |
| "VAFC280" | LOSA 14/N15 | 31.38 | 26.33 | 0.00 | 2.04 | 3.50 | 53.10 | 5.95 | 8.92 | 17.58 | |
| "VAFC280" | LOSA 13/N14 | 31.38 | 26.33 | 0.00 | 2.04 | 3.50 | 51.59 | 6.11 | 8.44 | 17.97 | |
| "VAFC350" | LOSA 12/N13 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 60.38 | 6.29 | 9.59 | 24.11 | |
| "VAFC350" | LOSA 11/N12 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 60.38 | 6.29 | 9.59 | 24.11 | |
| "VAFC350" | LOSA 10/N11 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 60.38 | 6.29 | 9.59 | 24.11 | |
| "VAFC350" | LOSA 9/N10 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 60.38 | 6.29 | 9.59 | 24.11 | |
| "VAFC350 N9" | LOSA 8/N9 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 64.95 | 5.95 | 10.92 | 22.70 | |
| "VAFC490 N8" | LOSA 7/N8 | 34.32 | 27.53 | 0.00 | 2.09 | 3.50 | 64.38 | 5.98 | 10.76 | 22.86 | |
| "VAFC490" | LOSA 6/N7 | 44.13 | 3122 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 69.04 | 9.03 | 7.64 | 25.99 | |
| "VAFC490" | LOSA 5/N6 | 44.13 | 3122 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 69.04 | 9.03 | 7.64 | 25.99 | |
| "VAFC490" | LOSA 4/N5 | 44.13 | 3122 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 69.04 | 9.03 | 7.64 | 25.99 | |
| "VAFC490" | LOSA 3/N4 | 44.13 | 3122 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 69.04 | 9.03 | 7.64 | 25.99 | |
| "VAFC490" | LOSA 2/N3 | 44.13 | 3122 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 69.04 | 9.03 | 7.64 | 25.99 | |
| "VAFC490 N2" | LOSA 1/N2 | 44.13 | 3122 | 0.00 | 2.26 | 3.50 | 64.88 | 9.68 | 6.70 | 27.39 | |

Tabla 11 Relaciones constitutivas del concreto confinado y sin confinar para los elementos que disiparan energia en mayor grado.

4.13. Relaciones momento-curvatura de vigas de acople.

Para obtener las relaciones momento-curvatura se presentan a continuación en formato tabular las dimensiones de las mismas y la cantidad de acero de refuerzo longitudinal, así como un esquema de armado en elevación, sección y detalle de armado 3D.

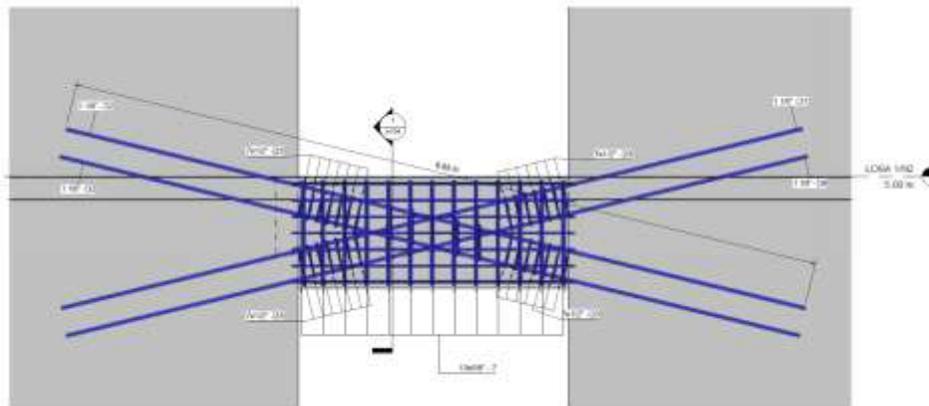


Figura 20 Elevación típica de armado de viga de acople con refuerzo diagonal confinado. Autor: Mario X. 2020

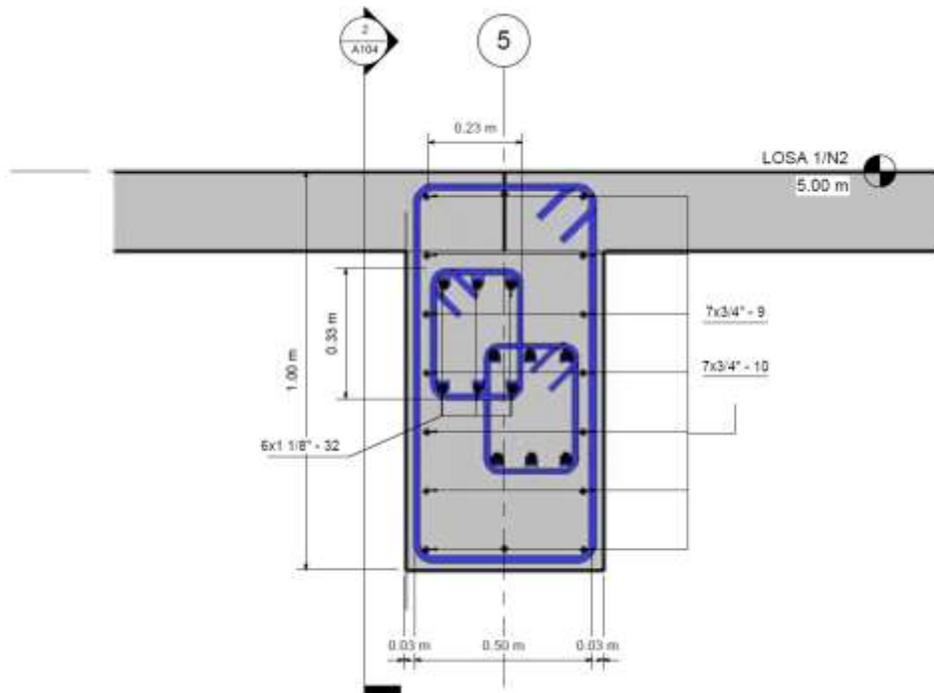


Figura 21 Seccion tipica de armado de viga de acople con refuerzo diagonal confinado. Autor: Mario X. 2020

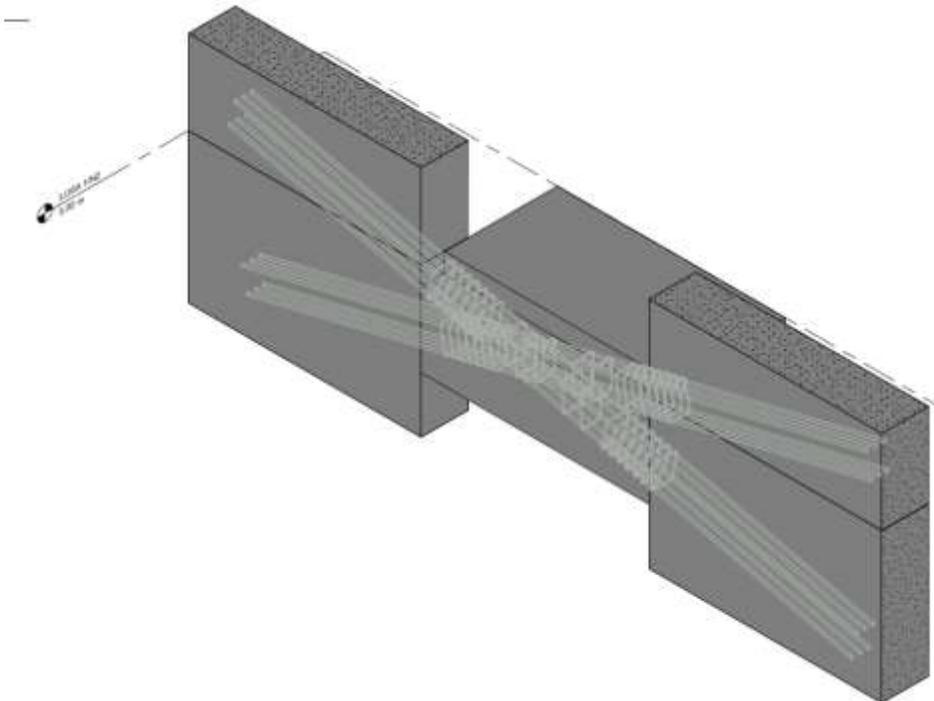


Figura 22 Detalle 3D de armado de viga de acople con refuerzo diagonal confinado. Autor: Mario X. 2020
 A continuación se presentan las dimensiones de del refuerzo diagonal confinado para las vigas de acople, así como el armado de las mismas para tener una mejor comprensión de las variaciones de los armados de las mismas.



Autor: Mario
X. 2020

DIMENSIONES DE
DIAGONAL
CONFINADA

ARMADOS LONGITUDINALIES DE
DIAGONALES EN VIGAS DE ACOPLA.

EJE 3

| Área refuerzo diagonal | | | b (cm) | h (cm) | | | |
|------------------------|-------|----------|------------|---------------|----|------------------|-------------|
| Spandrel 1 | | | 30 | 40 | | | |
| Ad (cm ²) | psd | Armado | Área Acero | Cuantía final | | CODIGO INTERNO | NIVEL |
| 11.15 | 0.009 | 6 No. 6 | 17.10 | 0.014 | OK | "VAFC280" | LOSA 19/N20 |
| 14.08 | 0.012 | 6 No. 6 | 17.10 | 0.014 | OK | "VAFC280" | LOSA 18/N19 |
| 16.98 | 0.014 | 6 No. 6 | 17.10 | 0.014 | OK | "VAFC280" | LOSA 17/N18 |
| 19.4 | 0.016 | 6 No. 7 | 23.27 | 0.019 | OK | "VAFC280 N15" | LOSA 16/N17 |
| 21.14 | 0.018 | 6 No. 7 | 23.27 | 0.019 | OK | "VAFC280 N15" | LOSA 15/N16 |
| 22.22 | 0.019 | 6 No. 7 | 23.27 | 0.019 | OK | "VAFC280 N15" | LOSA 14/N15 |
| 22.77 | 0.019 | 6 No. 7 | 23.27 | 0.019 | OK | "VAFC280" | LOSA 13/N14 |
| 25.42 | 0.021 | 6 No. 8 | 30.40 | 0.025 | OK | "VAFC350" | LOSA 12/N13 |
| 26.27 | 0.022 | 6 No. 8 | 30.40 | 0.025 | OK | "VAFC350" | LOSA 11/N12 |
| 27.75 | 0.023 | 6 No. 8 | 30.40 | 0.025 | OK | "VAFC350" | LOSA 10/N11 |
| 29.74 | 0.025 | 6 No. 8 | 30.40 | 0.025 | OK | "VAFC350" | LOSA 9/N10 |
| 32.06 | 0.027 | 6 No. 9 | 38.47 | 0.032 | OK | "VAFC350" | LOSA 8/N9 |
| 34.4 | 0.029 | 6 No. 9 | 38.47 | 0.032 | OK | "VAFC490 N8" | LOSA 7/N8 |
| 41.04 | 0.034 | 6 No. 10 | 47.50 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 6/N7 |
| 42.38 | 0.035 | 6 No. 10 | 47.50 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 5/N6 |
| 43.26 | 0.036 | 6 No. 10 | 47.50 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 4/N5 |
| 42.7 | 0.036 | 6 No. 10 | 47.50 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 3/N4 |
| 39.46 | 0.033 | 6 No. 10 | 47.50 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 2/N3 |
| 33.29 | 0.028 | 6 No. 9 | 38.47 | 0.032 | OK | "VAFC490 N2" | LOSA 1/N2 |

Tabla 12 Dimensiones de diagonales confinadas de vigas de acople en el Eje 3 y cuantías de acero de refuerzo diseñados de acuerdo al ACI 318-19 (2018)

ARMADOS LONGITUDINALIES DE
DIAGONALES EN VIGAS DE ACOPLA.

EJE 5

| Área refuerzo diagonal | | | b (cm) | h (cm) | | | |
|------------------------|---------------|----------|------------|---------------|----|----------------|-------------|
| Spandrel 2 | | | 30 | 60 | | | |
| Ad (cm ²) | ρsd requerida | Armado | Área Acero | Cuantía final | | CODIGO INTERNO | NIVEL |
| 22.03 | 0.012 | 9 No. 6 | 25.65 | 0.014 | OK | "VAFC280 N20" | LOSA 19/N20 |
| 26.31 | 0.015 | 9 No. 7 | 34.91 | 0.019 | OK | "VAFC280 N17" | LOSA 18/N19 |
| 30.55 | 0.017 | 9 No. 7 | 34.91 | 0.019 | OK | "VAFC280 N17" | LOSA 17/N18 |
| 34.18 | 0.019 | 9 No. 7 | 34.91 | 0.019 | OK | "VAFC280 N17" | LOSA 16/N17 |
| 36.96 | 0.021 | 9 No. 8 | 45.60 | 0.025 | OK | "VAFC280" | LOSA 15/N16 |
| 38.92 | 0.022 | 9 No. 8 | 45.60 | 0.025 | OK | "VAFC280" | LOSA 14/N15 |
| 40.19 | 0.022 | 9 No. 8 | 45.60 | 0.025 | OK | "VAFC280" | LOSA 13/N14 |
| 45.63 | 0.025 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC350" | LOSA 12/N13 |
| 47.22 | 0.026 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC350" | LOSA 11/N12 |
| 49.09 | 0.027 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC350" | LOSA 10/N11 |
| 51.36 | 0.029 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC350" | LOSA 9/N10 |
| 53.8 | 0.030 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC350" | LOSA 8/N9 |
| 55.91 | 0.031 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC490 N8" | LOSA 7/N8 |
| 65.62 | 0.036 | 9 No. 10 | 71.25 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 6/N7 |
| 65.15 | 0.036 | 9 No. 10 | 71.25 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 5/N6 |
| 64.45 | 0.036 | 9 No. 10 | 71.25 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 4/N5 |
| 61.21 | 0.034 | 9 No. 10 | 71.25 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 3/N4 |
| 53.82 | 0.030 | 9 No. 10 | 71.25 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 2/N3 |
| 41.35 | 0.023 | 9 No. 8 | 45.60 | 0.025 | OK | "VAFC490 N2" | LOSA 1/N2 |

Tabla 13 Dimensiones de diagonales confinadas de vigas de acople en el Eje 5 y cuantías de acero de refuerzo diseñados de acuerdo al ACI 318-19 (2018)



ARMADOS LONGITUDINALIES DE
DIAGONALES EN VIGAS DE ACOPLA.

EJE 6

| Área refuerzo diagonal | | | b (cm) | h (cm) | | | |
|------------------------|---------------|----------|------------|---------------|----|----------------|-------------|
| Spandrel 3 | | | 30 | 60 | | | |
| Ad (cm ²) | ρsd requerida | Armado | Área Acero | Cuantía final | | CODIGO INTERNO | NIVEL |
| 22.03 | 0.012 | 9 No. 6 | 25.65 | 0.014 | OK | "VAFC280 N20" | LOSA 19/N20 |
| 26.31 | 0.015 | 9 No. 7 | 34.91 | 0.019 | OK | "VAFC280 N17" | LOSA 18/N19 |
| 30.55 | 0.017 | 9 No. 7 | 34.91 | 0.019 | OK | "VAFC280 N17" | LOSA 17/N18 |
| 34.18 | 0.019 | 9 No. 7 | 34.91 | 0.019 | OK | "VAFC280 N17" | LOSA 16/N17 |
| 36.96 | 0.021 | 9 No. 8 | 45.60 | 0.025 | OK | "VAFC280" | LOSA 15/N16 |
| 38.92 | 0.022 | 9 No. 8 | 45.60 | 0.025 | OK | "VAFC280" | LOSA 14/N15 |
| 40.19 | 0.022 | 9 No. 8 | 45.60 | 0.025 | OK | "VAFC280" | LOSA 13/N14 |
| 45.63 | 0.025 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC350" | LOSA 12/N13 |
| 47.22 | 0.026 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC350" | LOSA 11/N12 |
| 49.09 | 0.027 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC350" | LOSA 10/N11 |
| 51.36 | 0.029 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC350" | LOSA 9/N10 |
| 53.8 | 0.030 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC350" | LOSA 8/N9 |
| 55.91 | 0.031 | 9 No. 9 | 57.71 | 0.032 | OK | "VAFC490 N8" | LOSA 7/N8 |
| 65.62 | 0.036 | 9 No. 10 | 71.25 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 6/N7 |
| 65.15 | 0.036 | 9 No. 10 | 71.25 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 5/N6 |
| 64.45 | 0.036 | 9 No. 10 | 71.25 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 4/N5 |
| 61.21 | 0.034 | 9 No. 10 | 71.25 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 3/N4 |
| 53.82 | 0.030 | 9 No. 10 | 71.25 | 0.040 | OK | "VAFC490" | LOSA 2/N3 |
| 41.35 | 0.023 | 9 No. 8 | 45.60 | 0.025 | OK | "VAFC490 N2" | LOSA 1/N2 |

Tabla 14 Dimensiones de diagonales confinadas de vigas de acople en el Eje 6 y cuantías de acero de refuerzo diseñados de acuerdo al ACI 318-19 (2018)

ARMADOS LONGITUDINALIES DE
DIAGONALES EN VIGAS DE ACOPLA.

EJE 8

| Area refuerzo diagonal | | b (cm) h (cm) | | | | | |
|------------------------|-------|---------------|------------|---------------|----|----------------|-------------|
| Spandr el 4 | | 30 40 | | | | | |
| Ad (cm2) | psd | Armado | Area Acero | Cuantia final | | CODIGO INTERNO | NIVEL |
| 11.15 | 0.009 | 6 No. 6 | 17.10 | 1.425 | OK | "VAFC280" | LOSA 19/N20 |
| 14.08 | 0.012 | 6 No. 6 | 17.10 | 1.425 | OK | "VAFC280" | LOSA 18/N19 |
| 16.98 | 0.014 | 6 No. 6 | 17.10 | 1.425 | OK | "VAFC280" | LOSA 17/N18 |
| | 0.016 | 6 No. 7 | 23.27 | 1.940 | OK | "VAFC280" | LOSA 16/N17 |
| 19.4 | | | | | | N15" | |
| | 0.018 | 6 No. 7 | 23.27 | 1.940 | OK | "VAFC280" | LOSA 15/N16 |
| 21.14 | | | | | | N15" | |
| | 0.019 | 6 No. 7 | 23.27 | 1.940 | OK | "VAFC280" | LOSA 14/N15 |
| 22.22 | | | | | | N15" | |
| 22.77 | 0.019 | 6 No. 7 | 23.27 | 1.940 | OK | "VAFC280" | LOSA 13/N14 |
| 25.42 | 0.021 | 6 No. 8 | 30.40 | 2.534 | OK | "VAFC350" | LOSA 12/N13 |
| 26.27 | 0.022 | 6 No. 8 | 30.40 | 2.534 | OK | "VAFC350" | LOSA 11/N12 |
| 27.75 | 0.023 | 6 No. 8 | 30.40 | 2.534 | OK | "VAFC350" | LOSA 10/N11 |
| 29.74 | 0.025 | 6 No. 8 | 30.40 | 2.534 | OK | "VAFC350" | LOSA 9/N10 |
| 32.06 | 0.027 | 6 No. 9 | 38.47 | 3.207 | OK | "VAFC350" | LOSA 8/N9 |
| | 0.029 | 6 No. 9 | 38.47 | 3.207 | OK | "VAFC490" | LOSA 7/N8 |
| 34.4 | | | | | | N8" | |
| 41.04 | 0.034 | 6 No. 10 | 47.50 | 3.959 | OK | "VAFC490" | LOSA 6/N7 |
| 42.38 | 0.035 | 6 No. 10 | 47.50 | 3.959 | OK | "VAFC490" | LOSA 5/N6 |
| 43.26 | 0.036 | 6 No. 10 | 47.50 | 3.959 | OK | "VAFC490" | LOSA 4/N5 |
| 42.7 | 0.036 | 6 No. 10 | 47.50 | 3.959 | OK | "VAFC490" | LOSA 3/N4 |
| 39.46 | 0.033 | 6 No. 10 | 47.50 | 3.959 | OK | "VAFC490" | LOSA 2/N3 |
| | 0.028 | 6 No. 9 | 38.47 | 3.207 | OK | "VAFC490" | LOSA 1/N2 |
| 33.29 | | | | | | N2" | |

Tabla 15 Dimensiones de diagonales confinadas de vigas de acople en el Eje 8 y cuantias de acero de refuerzo diseñados de acuerdo al ACI 318-19 (2018)

Los valores de los momentos necesarios para definir las curvas de plasticidad concentradas, prescritas en la Norma ASCE, se obtienen analizando las curvas de momento-curvatura de cada una de las vigas. Estas curvas, que se muestran en la Figura 19, se determinan en el Section Designer del software de análisis estructural SAP2000 V20.2.0, se presentan los esquemas dados por el programa para los ejes número 3 y 8 correspondientes a las secciones transversales de vigas de acople en función del $f'c$ y fy .



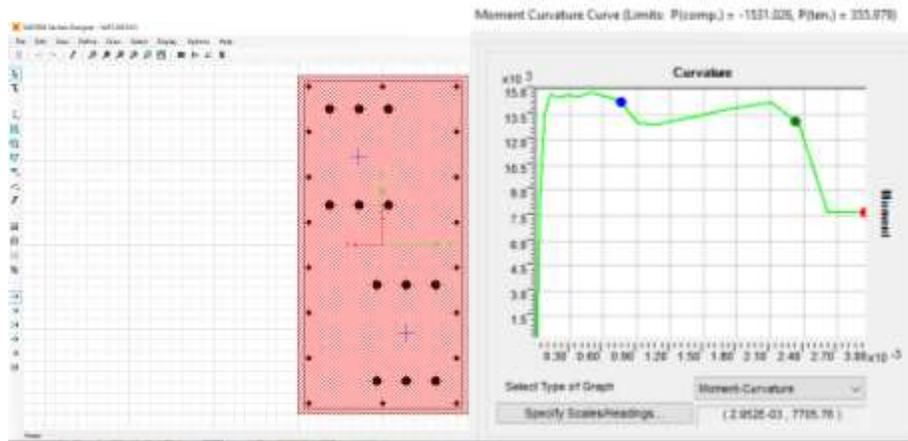
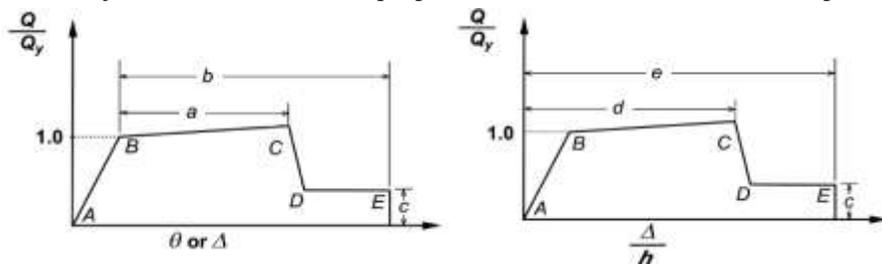


Figura 23 Gráficos de momento-curvatura de las secciones transversales de las vigas de acople.

4.14. Parámetros de deformaciones.

Para los valores en la abscisa de las relaciones esfuerzo deformación, se utiliza ASCE 41-13, dependiendo del elemento bajo análisis, ASCE indica que puede ser más conveniente usar como parámetro de deformación.



(a) Acción de Deformación Angular o lineal (b) Relación de la cuerda

Figura 24 Relaciones de esfuerzo-deformación generalizadas para concreto armado (ASCE/SEI, 2013)

En el caso de vigas de acoplamiento, se indica que se debe tomar el eje de abscisa de la Figura 20 (b) como la rotación de la cuerda (θ_c). Esta información se percibe fácilmente por la definición de ASCE 41-13 de los parámetros de deformación para vigas de acoplamiento. Como se puede ver, en este caso, la relación de deformación, Δ / L , es aproximadamente igual a la rotación de la cuerda, θ_c (ASCE / SEI, 2013).

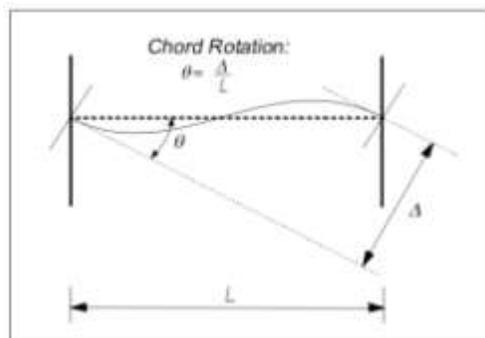


Figura 25 Rotación de cuerda en vigas de acople en muros de cortante definido en (ASCE/SEI 41-13)

Las tablas 6 y 7 reproducen las tablas presentes en ASCE 41-13 con los parámetros de deformación para vigas de acoplamiento controladas por flexión y corte, respectivamente. En estas tablas V representa el valor del

esfuerzo transversal (expresado en Newtons), b y h representan el ancho y altura de la sección transversal, respectivamente (en milímetros), y f_c el valor de la tensión resistente a compresión del concreto (en MPa).

| | | Shear | | ROTACION DE ROTULA PLASTICA(RAD) | | RELACION DE RESISTENCIA RESIDUAL |
|--|--------|-----------------------|-------|----------------------------------|------|----------------------------------|
| | | $t_w l_w \sqrt{f'_c}$ | | a | b | |
| VIGAS DE ACOPLADO CONTROLADAS POR FLEXION | | | | | | |
| REFUERZO LONGITUDINAL CONFORME A REFUERZO TRANSVERSAL | \leq | 0.25 | 0.025 | 0.05 | 0.75 | |
| | \geq | 0.5 | 0.02 | 0.04 | 0.5 | |
| REFUERZO LONGITUDINAL NO CONFORME A REFUERZO TRANSVERSAL | \leq | 0.25 | 0.02 | 0.035 | 0.5 | |
| | \geq | 0.5 | 0.01 | 0.025 | 0.25 | |

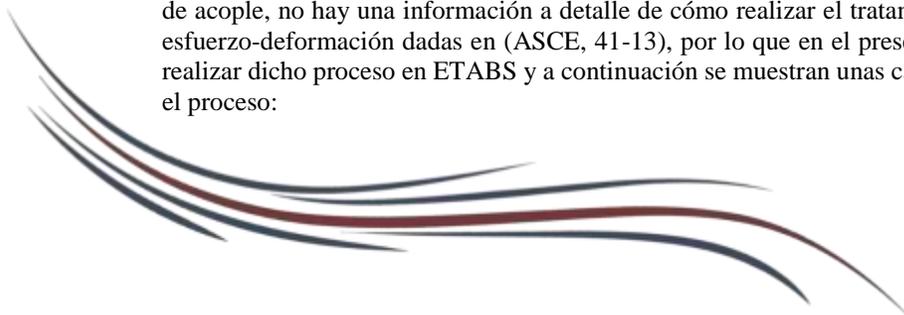
Tabla 16 Parámetros de modelado para análisis no lineal en vigas de acople por flexión.

| | | Shear | | ROTACION DE ROTULA PLASTICA(RAD) | | RELACION DE RESISTENCIA RESIDUAL |
|--|--------|-----------------------|-------|----------------------------------|-----|----------------------------------|
| | | $t_w l_w \sqrt{f'_c}$ | | a | b | |
| VIGAS DE ACOPLADO CONTROLADAS POR FLEXION | | | | | | |
| REFUERZO LONGITUDINAL CONFORME A REFUERZO TRANSVERSAL | \leq | 0.25 | 0.02 | 0.03 | 0.6 | |
| | \geq | 0.5 | 0.016 | 0.024 | 0.3 | |
| REFUERZO LONGITUDINAL NO CONFORME A REFUERZO TRANSVERSAL | \leq | 0.25 | 0.012 | 0.025 | 0.4 | |
| | \geq | 0.5 | 0.008 | 0.014 | 0.2 | |

Tabla 17 Parámetros de modelado para análisis no lineal en vigas de acople por corte.

4.15. Modelado de plasticidad concentrada

En diversos artículos científicos y trabajos de investigación se ha estudiado el comportamiento de las vigas de acople, no hay una información a detalle de cómo realizar el tratamiento adecuado de los datos de las relaciones esfuerzo-deformación dadas en (ASCE, 41-13), por lo que en el presente trabajo se mostrará la forma adecuada de realizar dicho proceso en ETABS y a continuación se muestran unas capturas de pantalla del programa para entender el proceso:



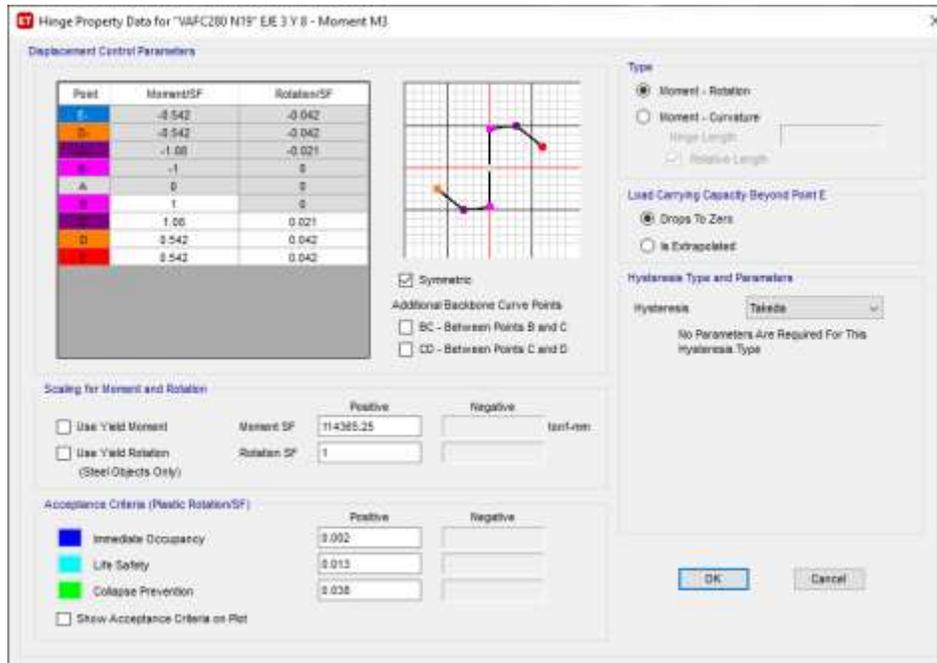


Figura 25 Definición de los parámetros de las relaciones esfuerzo-deformación en ETABS, controlada por flexión.

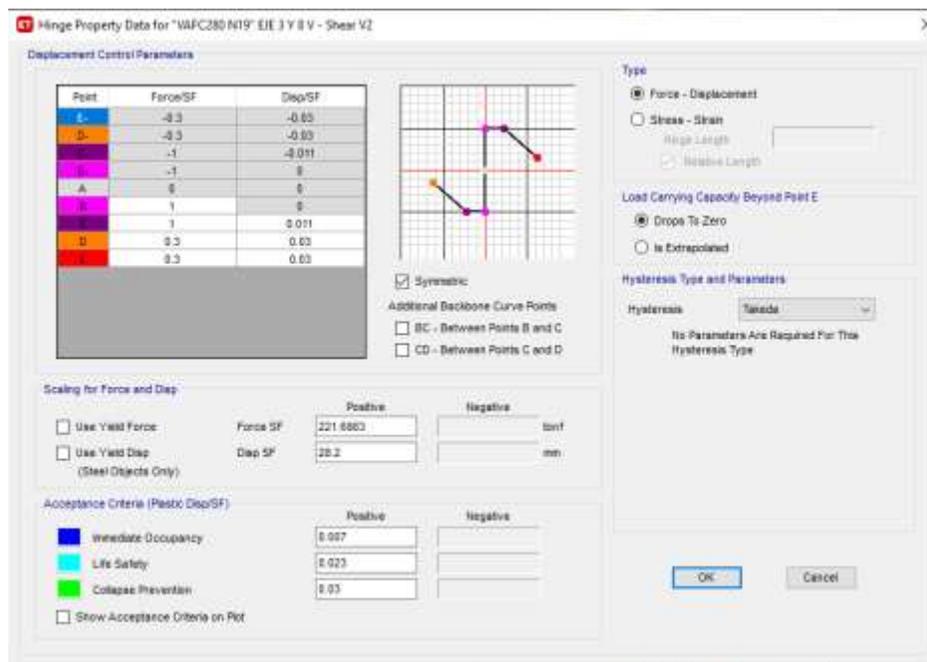


Figura 26 Definición de los parámetros de las relaciones esfuerzo-deformación en ETABS, controlada por cortante.

En el caso del momento flector, la definición de las curvas es sencilla. Dado que los parámetros "a" y "b" se refieren a rotaciones posteriores al rendimiento, pueden usarse directamente en ETABS para definir la curva esfuerzo deformación, que también es una función de la rotación en la cuerda. En el caso del esfuerzo por cortante los valores "d" y "e" se refieren a rotaciones totales, por lo que es necesario eliminar el valor de rotación elástica para la definición de las curvas.

Se debe analizar correctamente los parámetros d y e , estos corresponden al valor de rotación de cuerda cuando se alcanza el valor de resistencia a la fuerza cortante, no existe un procedimiento adecuado del modelado ni se menciona en ASCE 41-13, es por ello, que se implementó el mismo procedimiento descrito por (Damiao Bezalga, 2015). Para la definición de los parámetros, se supone que el valor resistente de la fuerza cortante se alcanza antes que comiencen a ceder los refuerzos longitudinales ($M < My$), por lo que la viga se encuentra aún en la región A-B. En este caso la respuesta de la viga es elástica lineal, dada por el comportamiento de la viga. También se supone que todos los fenómenos de deformación (incluida la deformación por corte y deformación deslizante de refuerzos longitudinales) se contabilizan en el valor considerado para una rigidez a flexión efectiva, que permite ignorar la rigidez de corte. Por lo tanto, es posible relacionarse $M - \theta$ y $V - \Delta$.

Los esfuerzos en la viga de acople con su deformación a través de la formulación se muestra en la Figura 24.

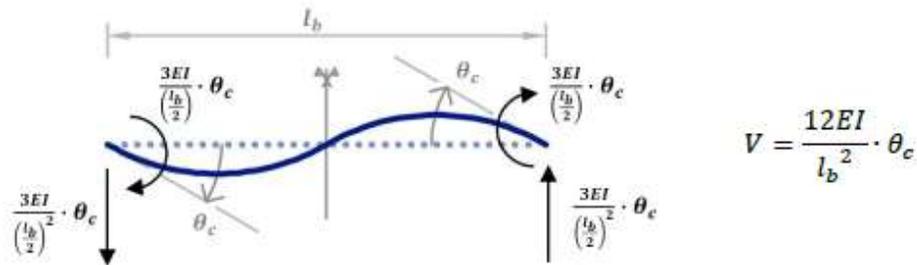


Figura 27 Esfuerzos elásticos en viga de acople dados por un momento de igual magnitud en los extremos.

Finalmente, resulta que la rotación de la cuerda cuando alcanza el valor resistente al corte (θ_c, R) viene dado por:

$$\Theta_{c,R} = \frac{V_R}{12E_c I_e} * l_b^2 \quad (\text{Ecuación 4.9})$$

Es importante recordar que en ASCE/SEI 41-13 se establecen los parámetros "d" y "e", se refieren a rotaciones de cuerda en la viga, mientras que las curvas de esfuerzo deformación en ETABS se basa en el desplazamiento, por lo que se debe transformar para poder ingresar al programa ($\Delta = \theta_c \cdot L$).

4.16. Resumen de cálculos numéricos para definición de rotulas plásticas.

En las tablas 17 y 18 se muestran los resultados del análisis de rotaciones y rotaciones cuerda para la definición de las rótulas plásticas en el programa ETABS.



| VIGA | CONTROLADO POR FLEXION | | | | | | LIMITES DE ROTULAS PLASTICAS | | |
|---------------|------------------------|-------|---------------------|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|
| | My(kN-m) | Mu/My | $v=2^*M$ u/lb/bh | a | b | c | IO | LS | CP |
| "VAFc280 N19" | 1121.54 | 1.08 | 0.29 | 0.021 | 0.042 | 0.542 | 0.002 | 0.013 | 0.038 |
| "VAFc280 N19" | 1121.54 | 1.08 | 0.29 | 0.021 | 0.042 | 0.542 | 0.002 | 0.013 | 0.038 |
| "VAFc280 N16" | 1323.74 | 1.08 | 0.35 | 0.022 | 0.044 | 0.595 | 0.002 | 0.013 | 0.039 |
| "VAFc280 N16" | 1323.74 | 1.09 | 0.35 | 0.022 | 0.044 | 0.598 | 0.002 | 0.013 | 0.040 |
| "VAFc280 N16" | 1323.74 | 1.09 | 0.35 | 0.022 | 0.044 | 0.598 | 0.002 | 0.013 | 0.040 |
| "VAFc280 N15" | 1323.74 | 1.09 | 0.35 | 0.022 | 0.044 | 0.598 | 0.002 | 0.013 | 0.040 |
| "VAFc280 N15" | 1323.74 | 1.09 | 0.35 | 0.022 | 0.044 | 0.598 | 0.002 | 0.013 | 0.040 |
| "VAFc350" | 1350.54 | 1.09 | 0.32 | 0.021 | 0.043 | 0.567 | 0.002 | 0.013 | 0.038 |
| "VAFc350" | 1350.54 | 1.09 | 0.32 | 0.021 | 0.043 | 0.567 | 0.002 | 0.013 | 0.038 |
| "VAFc350" | 1350.54 | 1.09 | 0.32 | 0.021 | 0.043 | 0.567 | 0.002 | 0.013 | 0.038 |
| "VAFc350" | 1350.54 | 1.09 | 0.32 | 0.021 | 0.043 | 0.567 | 0.002 | 0.013 | 0.038 |
| "VAFc350 N9" | 1572.85 | 1.10 | 0.37 | 0.022 | 0.045 | 0.622 | 0.002 | 0.013 | 0.040 |
| "VAFc490 N8" | 1617.88 | 1.10 | 0.39 | 0.023 | 0.045 | 0.635 | 0.002 | 0.014 | 0.041 |
| "VAFc490" | 1906.25 | 1.10 | 0.41 | 0.023 | 0.046 | 0.662 | 0.002 | 0.014 | 0.042 |
| "VAFc490" | 1906.25 | 1.10 | 0.41 | 0.023 | 0.046 | 0.662 | 0.002 | 0.014 | 0.042 |
| "VAFc490" | 1906.25 | 1.10 | 0.41 | 0.023 | 0.046 | 0.662 | 0.002 | 0.014 | 0.042 |
| "VAFc490" | 1906.25 | 1.10 | 0.41 | 0.023 | 0.046 | 0.662 | 0.002 | 0.014 | 0.042 |
| "VAFc490" | 1906.25 | 1.10 | 0.41 | 0.023 | 0.046 | 0.662 | 0.002 | 0.014 | 0.042 |
| "VAFc490 N2" | 1385.5497 | 1.10 | 0.30 | 0.021 | 0.042 | 0.549 | 0.002 | 0.013 | 0.038 |

Tabla 18 Cálculo de rotaciones para rótulas controladas por flexión y definición de los límites de aceptación haciendo uso del ASCE/SEI 41-13 para los ejes número 3 y 8.

| VIGA | d' | e' | c | Vu (ETABS) | LIMITES DE ROTULAS PLASTICAS | | |
|---------------|-------|-------|-----|------------|------------------------------|-------|-------|
| | | | | | IO | LS | CP |
| "VAFc280 N19" | 0.011 | 0.030 | 0.3 | 269.3277 | 0.007 | 0.023 | 0.030 |
| "VAFc280 N19" | 0.011 | 0.030 | 0.3 | 318.4688 | 0.007 | 0.023 | 0.030 |
| "VAFc280 N16" | 0.017 | 0.036 | 0.3 | 367.7902 | 0.011 | 0.027 | 0.036 |
| "VAFc280 N16" | 0.017 | 0.036 | 0.3 | 412.0812 | 0.011 | 0.027 | 0.036 |
| "VAFc280 N16" | 0.017 | 0.036 | 0.3 | 448.6902 | 0.011 | 0.027 | 0.036 |
| "VAFc280 N15" | 0.017 | 0.036 | 0.3 | 477.6567 | 0.011 | 0.027 | 0.036 |
| "VAFc280 N15" | 0.017 | 0.036 | 0.3 | 500.7704 | 0.011 | 0.027 | 0.036 |
| "VAFc350" | 0.026 | 0.046 | 0.3 | 579.6782 | 0.018 | 0.034 | 0.046 |
| "VAFc350" | 0.026 | 0.046 | 0.3 | 606.7705 | 0.018 | 0.034 | 0.046 |
| "VAFc350" | 0.026 | 0.046 | 0.3 | 640.4779 | 0.018 | 0.034 | 0.046 |
| "VAFc350" | 0.026 | 0.046 | 0.3 | 678.3598 | 0.018 | 0.034 | 0.046 |
| "VAFc350 N9" | 0.028 | 0.048 | 0.3 | 717.2769 | 0.019 | 0.036 | 0.048 |
| "VAFc490 N8" | 0.024 | 0.044 | 0.3 | 751.8437 | 0.016 | 0.033 | 0.044 |
| "VAFc490" | 0.020 | 0.040 | 0.3 | 889.7095 | 0.014 | 0.030 | 0.040 |
| "VAFc490" | 0.020 | 0.040 | 0.3 | 895.8525 | 0.014 | 0.030 | 0.040 |
| "VAFc490" | 0.020 | 0.040 | 0.3 | 884.4725 | 0.014 | 0.030 | 0.040 |
| "VAFc490" | 0.020 | 0.040 | 0.3 | 840.0566 | 0.014 | 0.030 | 0.040 |
| "VAFc490" | 0.020 | 0.040 | 0.3 | 742.1141 | 0.014 | 0.030 | 0.040 |
| "VAFc490 N2" | 0.037 | 0.056 | 0.3 | 581.0042 | 0.025 | 0.042 | 0.056 |

Tabla 19 Cálculo de rotaciones para rótulas controladas por corte y definición de los límites de aceptación haciendo uso del ASCE/SEI 41-13 para los ejes número 3 y 8.

4.17. Cálculo de rigidez efectiva y comparación con ACI 318-19.

Se realizó un análisis de rigidez efectiva tomando en cuenta para ello lo definido en el Apéndice A del ACI 318-19 (2018), referente a la verificación de diseño usando Análisis no Lineal, se establece que este tipo de análisis deben ser tridimensionales y deben de cumplir con los requisitos del reglamento general de construcciones.

De la Tabla A8.4 Valores de la rigidez efectiva a flexión se presenta a continuación la fórmula para vigas de acople con y sin refuerzo en diagonal

$$K_e = 0.07 \left(\frac{l_n}{h} \right) E_c I_g \leq 0.3 E_c I_g \quad (\text{Ecuación 4.10})$$

Dónde:

Ln/h= Relación de aspecto de la viga de acople.
 Ec = Módulo de elasticidad del concreto reforzado.
 Ig = Inercia de la sección transversal de la viga de acople.

Adicional se presenta la tabla desarrollada en el ACI 318-19

Tabla A.8.4 — Valores de la rigidez efectiva⁽¹⁾

| Componente | Axial | Flexión | Cortante | |
|---|----------------------------------|--|---|--------------|
| Vigas | no preesforzadas | $1.0E_cA_g$ | $0.3E_cI_g$ | $0.4E_cA_g$ |
| | preesforzadas | $1.0E_cA_g$ | $1.0E_cI_g$ | $0.4E_cA_g$ |
| Columnas con compresión causada por las cargas de diseño de gravedad ⁽²⁾ | $\geq 0.5A_gf'_c$ | $1.0E_cA_g$ | $0.7E_cI_g$ | $0.4E_cA_g$ |
| | $\leq 0.1A_gf'_c$ o con tracción | $1.0E_cA_g$ (compresión) $1.0E_cA_g$ (tracción) | $0.3E_cI_g$ | $0.4E_cA_g$ |
| Muros estructurales ⁽³⁾ | en el plano | $1.0E_cA_g$ | $0.35E_cI_g$ | $0.2E_cA_g$ |
| | fuera del plano | $1.0E_cA_g$ | $0.25E_cI_g$ | $0.4E_cA_g$ |
| Diafragmas (solo en el plano) ⁽⁴⁾ | no preesforzados | $0.25E_cA_g$ | $0.25E_cI_g$ | $0.25E_cA_g$ |
| | preesforzados | $0.5E_cA_g$ | $0.5E_cI_g$ | $0.4E_cA_g$ |
| Vigas de acople | con o sin refuerzo en diagonal | $1.0E_cA_g$ | $0.07\left(\frac{l_e}{h}\right)E_cI_g \leq 0.3E_cI_g$ | $0.4E_cA_g$ |
| Losas de cimentación | en el plano | $0.5E_cA_g$ | $0.5E_cI_g$ | $0.4E_cA_g$ |
| | fuera del plano ⁽⁵⁾ | | $0.5E_cI_g$ | |

⁽¹⁾ Los valores tabulados para axial, flexión y cortante deben aplicarse simultáneamente al definir la rigidez efectiva de un elemento, a menos que se justifiquen combinaciones alternativas.

⁽²⁾ Para columnas con compresión axial entre los límites indicados, la rigidez a flexión debe determinarse por medio de interpolación lineal.

⁽³⁾ Los valores tabulados son adecuados cuando los miembros se modelan utilizando elementos tipo línea para representar sus propiedades.

⁽⁴⁾ Se debe permitir que los diafragmas se modelen como rígidos en su propio plano si esto no conduce a diferencias en los resultados de los análisis.

⁽⁵⁾ Los valores de rigidez dados para losas de cimentación dependen de las condiciones generales de la losa de cimentación. Cuando los muros u otros miembros verticales imponen fuerzas suficientemente grandes, incluyendo fuerzas locales en aberturas locales de los muros debidas a la reversión de las fuerzas, los valores de rigidez deben disminuirse.

Tabla 20 Valores de rigidez efectiva a utilizarse en análisis no lineal de estructuras ACI 318 (2018) Pág. 593.

Así mismo se utilizó la ecuación que determina la rigidez efectiva para vigas de acople con refuerzo en diagonal KDCB (Stiffnes Diagonally reinforced concrete coupling beam por sus siglas en inglés) de la investigación de (Son Vu, Li, & Beyer, 2015).

$$K_{DCB} = \frac{I_e}{I_g} = 0.65 \left(1.6 + 0.9 \frac{l}{d}\right) (0.4 + 1.7\rho_{sd}) \left(0.7 + \frac{14}{f'_c}\right) \quad (\text{Ecuación 4.11})$$

Dónde:

Ie= Inercia Efectiva de la viga de Acople

Ig = Inercia de la sección transversal de la viga de Acople

l/d = Relación de aspecto de la viga de Acople.

ρ_{sd} = Cuantía de acero del refuerzo en diagonal y longitudinal de la viga de acople.

Conociendo ambos enfoques de análisis estructural no lineal de historia en el tiempo, determinar que la opción más conservadora de rigidez efectiva en las vigas de acople es utilizar las fórmulas de la investigación de (Son Vu, Li, & Beyer, 2015).

Para estar en contexto y poder realizar comparativos se realizaron las siguientes tablas de cálculo, que se usó en cada una de las vigas de acople para determinar la rigidez a flexión de cada uno de los elementos tipo Frame que se utilizaron para el correcto modelado de las vigas de acople en ETABS.



| ANÁLISIS PARA DETERMINAR RIGIDEZ EFECTIVA DE VIGAS DE ACOPLE EJE 3 | | | | | | Rigidez efectiva ACI 318-19 | | |
|--|-------------|---|------|------|-----------------|--|------------------|---|
| Table 4 | | Rigidez efectiva Son. Vu (2014) $K_{eff} = \frac{E_c}{l_e} = 0.65 \left(1.6 + 0.9 \frac{l}{d} \right) (0.4 + 1.7 \rho_{st}) \left(0.7 + \frac{14}{l_e} \right)$ | | | | $0.07 \left(\frac{A_g}{A_c} \right) E_c I_g \leq 0.3 E_c I_g$ | | |
| EJE ESTRUCTURAL 3 | | | | | | | | |
| Identificación de viga de acople | | l | d | l/d | ρ_s (long) | f'c | k _{exp} | $\frac{k_{exp}}{ACI 318-19}$ / $\frac{k_{exp}}{ACI 318-19}$ |
| Mario X. 2020 NIVEL | | | | | | | | |
| "VAFC280 N19" | LOSA 19/N20 | 2.4 | 1.96 | 0.71 | 27.5 | 3.77 | 13.71 | 0.275 |
| "VAFC280 N19" | LOSA 18/N19 | 2.4 | 1.96 | 0.71 | 27.5 | 3.77 | 13.71 | 0.275 |
| "VAFC280 N16" | LOSA 17/N18 | 2.4 | 1.96 | 0.96 | 27.5 | 4.77 | 13.71 | 0.348 |
| "VAFC280 N16" | LOSA 16/N17 | 2.4 | 1.96 | 0.96 | 27.5 | 4.77 | 13.71 | 0.348 |
| "VAFC280 N16" | LOSA 15/N16 | 2.4 | 1.96 | 0.96 | 27.5 | 4.77 | 13.71 | 0.348 |
| "VAFC280 N15" | LOSA 14/N15 | 2.4 | 1.96 | 0.96 | 27.5 | 4.77 | 13.71 | 0.348 |
| "VAFC280 N15" | LOSA 13/N14 | 2.4 | 1.96 | 0.96 | 27.5 | 4.77 | 13.71 | 0.348 |
| "VAFC350" | LOSA 12/N13 | 2.4 | 1.96 | 1.66 | 34.2 | 8.36 | 13.71 | 0.610 |
| "VAFC350" | LOSA 11/N12 | 2.4 | 1.96 | 1.66 | 34.2 | 8.36 | 13.71 | 0.610 |
| "VAFC350" | LOSA 10/N11 | 2.4 | 1.96 | 1.66 | 34.2 | 8.36 | 13.71 | 0.610 |
| "VAFC350" | LOSA 9/N10 | 2.4 | 1.96 | 1.66 | 34.2 | 8.36 | 13.71 | 0.610 |
| "VAFC350 N9" | LOSA 8/N9 | 2.4 | 1.96 | 2.05 | 34.2 | 10.08 | 13.71 | 0.735 |
| "VAFC490 N8" | LOSA 7/N8 | 2.4 | 1.96 | 1.45 | 34.2 | 7.19 | 13.71 | 0.524 |
| "VAFC490" | LOSA 6/N7 | 2.4 | 1.96 | 1.19 | 41.1 | 5.70 | 13.71 | 0.416 |
| "VAFC490" | LOSA 5/N6 | 2.4 | 1.96 | 1.19 | 41.1 | 5.70 | 13.71 | 0.416 |
| "VAFC490" | LOSA 4/N5 | 2.4 | 1.96 | 1.19 | 41.1 | 5.70 | 13.71 | 0.416 |
| "VAFC490" | LOSA 3/N4 | 2.4 | 1.96 | 1.19 | 41.1 | 5.70 | 13.71 | 0.416 |
| "VAFC490" | LOSA 2/N3 | 2.4 | 1.96 | 1.19 | 41.1 | 5.70 | 13.71 | 0.416 |
| "VAFC490 N2" | LOSA 1/N2 | 2.4 | 1.96 | 0.98 | 41.1 | 4.86 | 13.71 | 0.355 |

Tabla 21 Análisis para la determinación de la rigidez de vigas de acople para el eje estructural 3 del edificio de 20 niveles.

Además de estos cálculos numéricos también se debe aplicar lo descrito en A.9 del ACI 318-19 relacionada a la resistencia esperada de los materiales, definiendo que la resistencia esperada del concreto se debe de incrementar en un 30% , este es un valor adecuado con concretos que tengan un año de haberse colado, por lo que es factible hacer uso de esto también ya que se espera que el sismo de diseño tenga una probabilidad de un 5% en 50 años, por lo que estadísticamente durante el primer año de la construcción de la estructura, la probabilidad que el sismo de diseño se presente es casi nula.

4.18. Resultados de análisis dinámico no lineal FNA

A continuación se presentan los resultados gráficos y tabulares obtenidos a partir de los tres registros aceleración sintéticos, se comparan los desplazamientos, derivas laterales y esfuerzos internos de diseño inelásticos de la estructura con los desplazamientos, derivas laterales y esfuerzos internos de diseño del análisis modal espectral con un espectro de respuesta elástico con R=1.00.

| DESPLAZAMIENTOS (metros) | | | | REGISTRO 30 SEG | | REGISTRO 35 SEG | | REGISTRO 40 SEG | |
|--------------------------|------------|---|---|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| Piso | Altura (m) | ANALISIS DINAMICO MODAL ESPECTRAL DIRECCION X R=1 | ANALISIS DINAMICO MODAL ESPECTRAL DIRECCION Y R=1 | DIRECCION X | DIRECCION Y | DIRECCION X | DIRECCION Y | DIRECCION X | DIRECCION Y |
| LOSA 20/N21 | 71.5 | 0.64 | 0.56 | 0.83 | 0.90 | 0.92 | 0.87 | 0.83 | 0.90 |
| LOSA 19/N20 | 68 | 0.61 | 0.53 | 0.79 | 0.84 | 0.87 | 0.82 | 0.79 | 0.84 |
| LOSA 18/N19 | 64.5 | 0.59 | 0.50 | 0.75 | 0.78 | 0.82 | 0.76 | 0.75 | 0.78 |
| LOSA 17/N18 | 61 | 0.56 | 0.47 | 0.70 | 0.72 | 0.77 | 0.70 | 0.70 | 0.72 |
| LOSA 16/N17 | 57.5 | 0.53 | 0.44 | 0.66 | 0.67 | 0.73 | 0.65 | 0.66 | 0.67 |
| LOSA 15/N16 | 54 | 0.50 | 0.41 | 0.63 | 0.61 | 0.69 | 0.59 | 0.63 | 0.61 |
| LOSA 14/N15 | 50.5 | 0.47 | 0.38 | 0.60 | 0.57 | 0.64 | 0.54 | 0.60 | 0.57 |
| LOSA 13/N14 | 47 | 0.43 | 0.34 | 0.56 | 0.52 | 0.60 | 0.50 | 0.56 | 0.52 |
| LOSA 12/N13 | 43.5 | 0.40 | 0.31 | 0.52 | 0.48 | 0.56 | 0.46 | 0.52 | 0.48 |
| LOSA 11/N12 | 40 | 0.36 | 0.28 | 0.48 | 0.44 | 0.51 | 0.42 | 0.48 | 0.44 |
| LOSA 10/N11 | 36.5 | 0.33 | 0.25 | 0.43 | 0.40 | 0.46 | 0.37 | 0.43 | 0.40 |
| LOSA 9/N10 | 33 | 0.29 | 0.22 | 0.39 | 0.35 | 0.42 | 0.33 | 0.39 | 0.35 |
| LOSA 8/N9 | 29.5 | 0.25 | 0.19 | 0.34 | 0.31 | 0.37 | 0.28 | 0.34 | 0.31 |
| LOSA 7/N8 | 26 | 0.22 | 0.16 | 0.29 | 0.26 | 0.32 | 0.24 | 0.29 | 0.26 |
| LOSA 6/N7 | 22.5 | 0.18 | 0.13 | 0.24 | 0.22 | 0.27 | 0.20 | 0.24 | 0.22 |
| LOSA 5/N6 | 19 | 0.14 | 0.10 | 0.20 | 0.18 | 0.22 | 0.16 | 0.20 | 0.18 |
| LOSA 4/N5 | 15.5 | 0.11 | 0.08 | 0.15 | 0.13 | 0.17 | 0.12 | 0.15 | 0.13 |
| LOSA 3/N4 | 12 | 0.08 | 0.05 | 0.11 | 0.09 | 0.12 | 0.08 | 0.11 | 0.09 |
| LOSA 2/N3 | 8.5 | 0.05 | 0.03 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.06 |
| LOSA 1/N2 | 5 | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 0.03 | 0.03 |
| BASE/N1 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Tabla 22 Comparativo de desplazamientos de análisis modal espectral con R= 1.00 vs análisis dinámico no lineal tiempo historia.

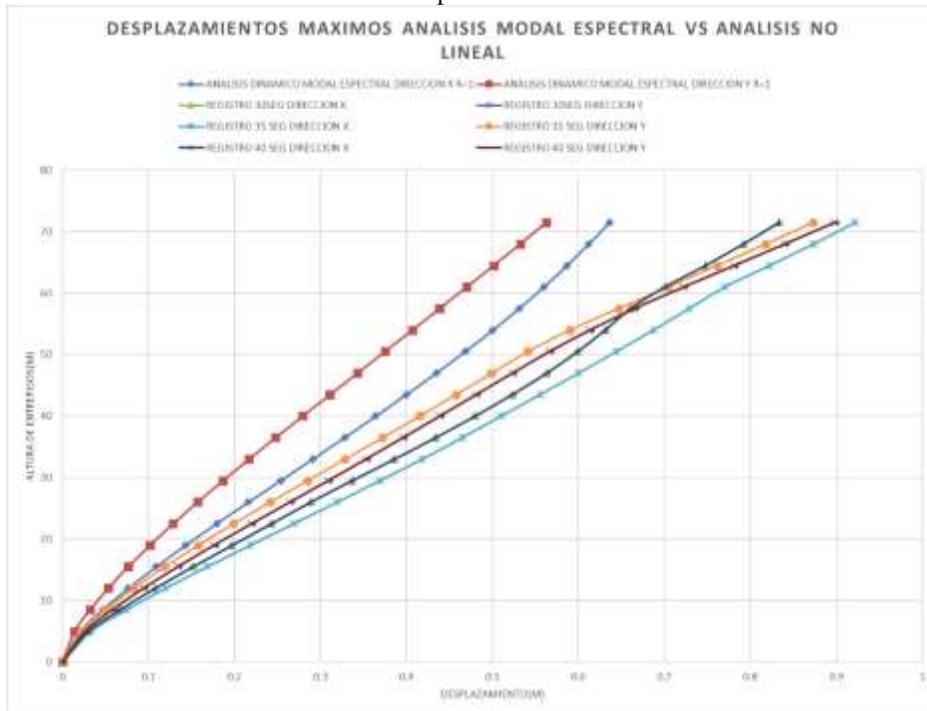


Figura 27 Gráfico de selección de los registros sintéticos que dan la máxima respuesta estructural de desplazamiento comparada con la respuesta del análisis modal espectral con R=1.00.

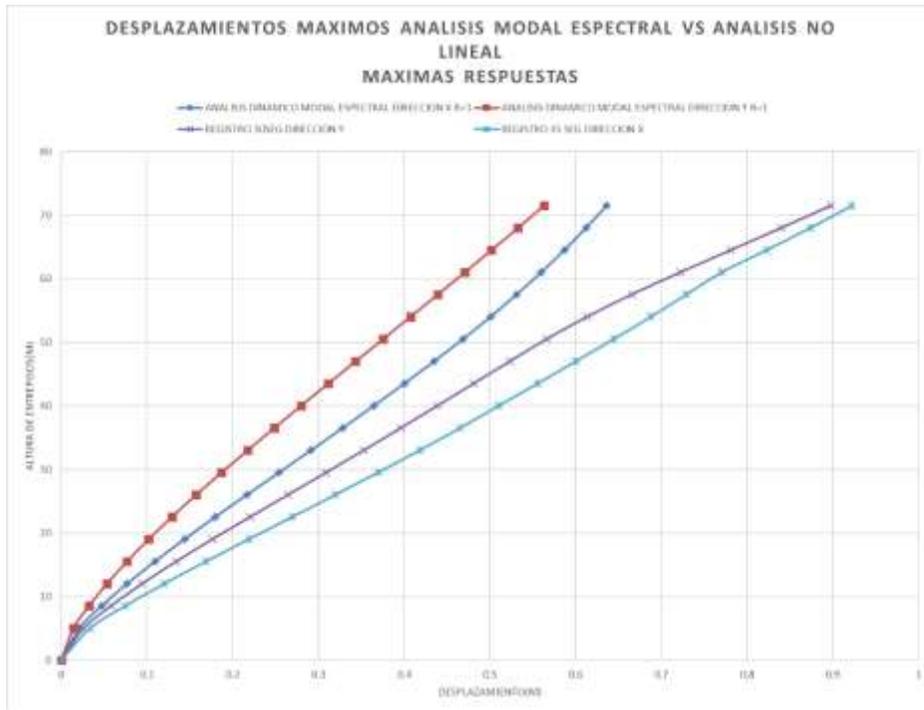


Figura 28 Gráfico de desplazamientos máximos de entrecaposo de análisis modal espectral con $R=1.00$ y análisis dinámico no lineal tiempo historia.

Se puede determinar que el máximo desplazamiento inelástico de la estructura lo producen los registros de 30 segundos para la dirección Y-Y y para la dirección X-X lo produce el registro sintético de 35 segundos, a la vez que se comprueba que la deformación inelástica cuando hay disipación de energía debe de ser el máximo desplazamiento del análisis modal espectral multiplicado por un factor de amplificación de 1.5 como lo indica (Villarreal Castro & Díaz La Rosa Sánchez, 2016) en su libro Edificaciones con Disipadores Viscosos.

4.19. Comportamiento Histerético de rótulas plásticas

El comportamiento de las vigas de acople ante la sollicitación sísmica del acelerogramas sintéticos, es esperada como lo predice la teoría, con una degradación de la rigidez entre ciclos, se eligió el registro de 40 segundos para realizar el diagrama de la misma, dado que da los máximos valores de respuesta de deformación lateral de la estructura y con ello se puede determinar la energía disipada por una viga de acople al determinar el área bajo la curva debido a todos los ciclos histeréticos y realizar la sumatoria de las mismas, para este caso en particular la energía disipada tiene un valor de 7.93 Tonf-m.

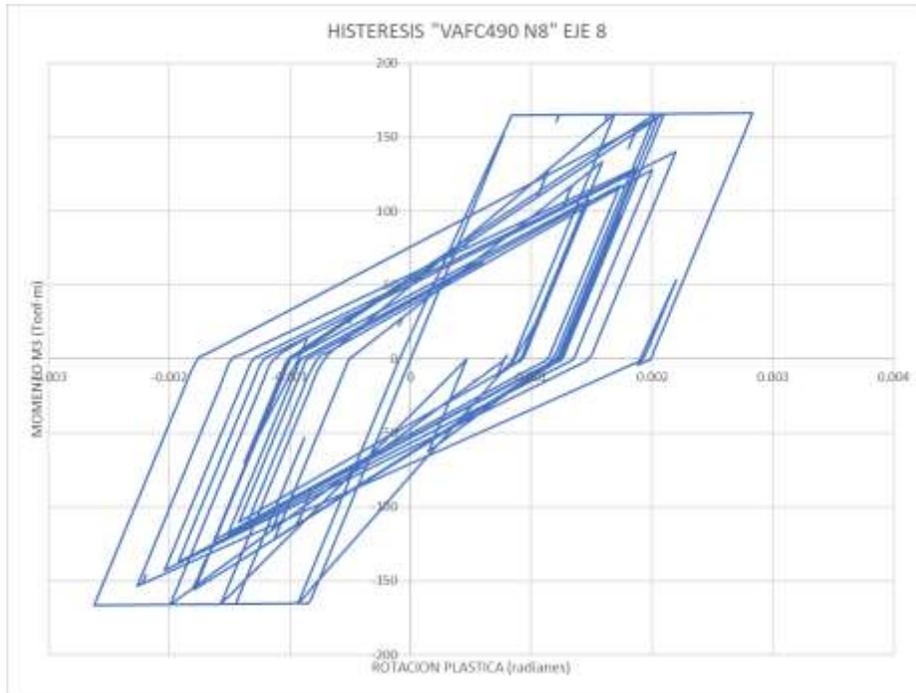


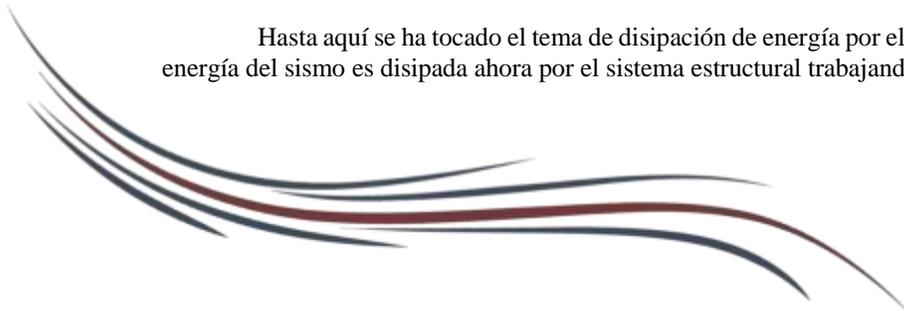
Figura 29 Histéresis viga de Acople Eje 8 N8



Figura 30 Energía disipada por Viga de Acople Eje 8 N8 = 7.93 Tonf-m.

4.20. Disipación de energía del sistema estructural E4

Hasta aquí se ha tocado el tema de disipación de energía por elementos estructurales, es necesario saber cuánta energía del sismo es disipada ahora por el sistema estructural trabajando en conjunto.



A continuación, se presenta gráficamente la comparativa de la energía de ingreso al sistema y las diversas formas en las que la misma se disipa.

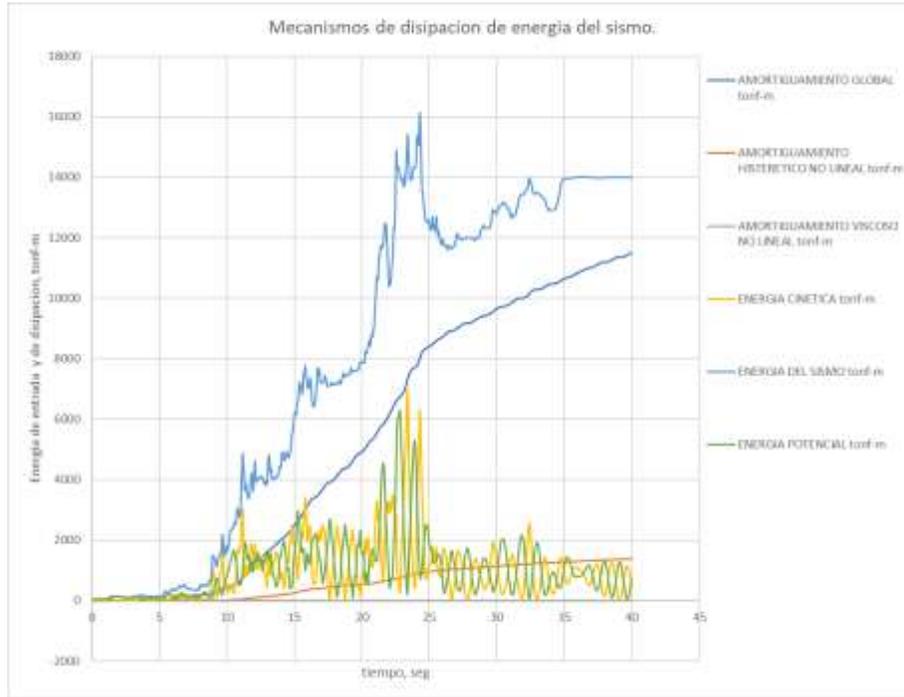


Figura 31 Energía de la entrada del sismo vs Mecanismos de disipación

La cantidad de energía que ingresa por el sismo es del orden de 16000 Tonf-m, de la cual cerca de 11800 Tonf-m las absorbe el amortiguamiento global del sistema y alrededor de 1400 Tonf-m son disipadas por el amortiguamiento histerético no lineal, lo que podemos determinar que un 10.00 % de la energía del sismo es disipada por el daño en los elementos estructurales principalmente en las vigas de acople.

En el siguiente gráfico se observa la energía disipada por el amortiguamiento histórico en las vigas de acople contra la disipación por histéresis del sistema global.



Figura 32 Energía disipada por comportamiento histerético no lineal.

De la figura 30 se puede observar lo siguiente, las vigas de acople disipan un 27% del total de la energía por efectos de amortiguamiento histerético no lineal, lo que indica la alta efectividad de este tipo de elementos, que actúen como fusibles del sistema estructural, garantizando la integridad estructural, si lo comparamos con la cantidad de columnas, vigas y muros estructurales que este sistema presenta. A su vez podemos decir que 2.5% de la energía del sismo es disipada por el arreglo de las vigas de acople.

4.20. Análisis y Control de Vibraciones por desempeño estructural (Performance Check)

El control de vibraciones para un sistema estructural E-4 se logra al dimensionar adecuadamente los muros estructurales a cortante, así como su respectivo análisis y diseño, el uso de vigas de acople incrementa el control de derivas laterales, lo que conduce a estructuras menos vulnerables estructuralmente ante eventuales sismos potenciales.

Hasta este punto se ha cumplido con todos las condicionantes de diseño estructural, dicho de otra forma se ha cumplido con lo mínimo establecido por la Normativa AGIES NSE 2018, ACI 318-19, se han diseñado las vigas de acople para los esfuerzos de cortante y flexión que el sistema estructural E4 será sometido, todo con la metodología del análisis modal espectral.

Una forma de determinar que estructura es adecuada, es realizar el análisis dinámico no lineal tiempo historia, lo que nos conduce a conocer cuáles son los objetivos de desempeño estructural de nuestros elementos en función de la rotulación plástica que se de en los mismos.

Para optimizar vigas de acople se debe considerar que las mismas cumplan con los niveles de desempeño para el cuales fueron diseñados.

A continuación, se presentan gráficos de objetivos de desempeño, siendo Ocupación inmediata, Seguridad de vida y Prevención de colapso respectivamente.



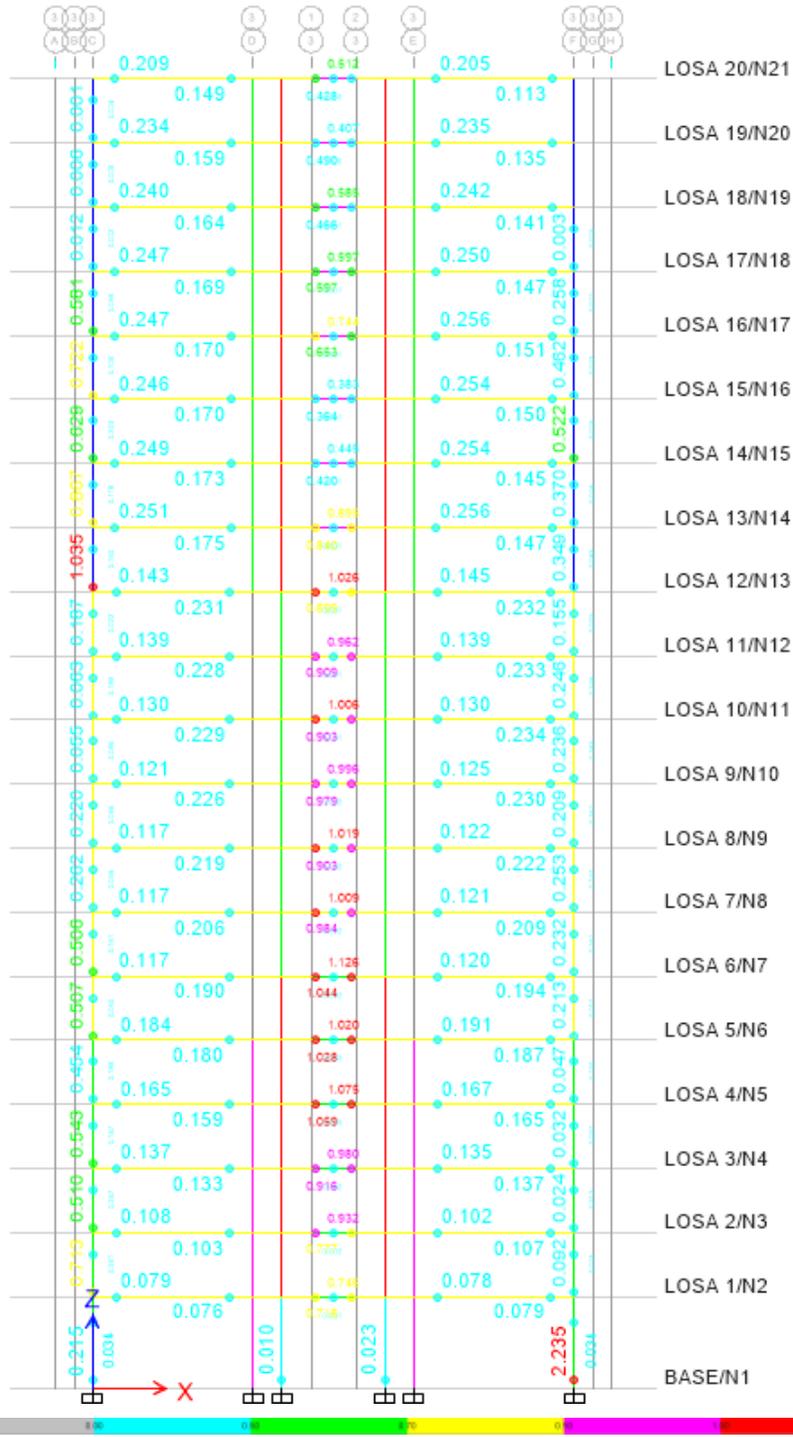


Figura 33 Performance Check para Ocupacion inmediata, indica que al menos 12 vigas de acople no cumplen para este nivel de desempeño y dos columnas tienen falla de rotulacion en la base al usar la maxima respuesta de tres sismos sinteticos.

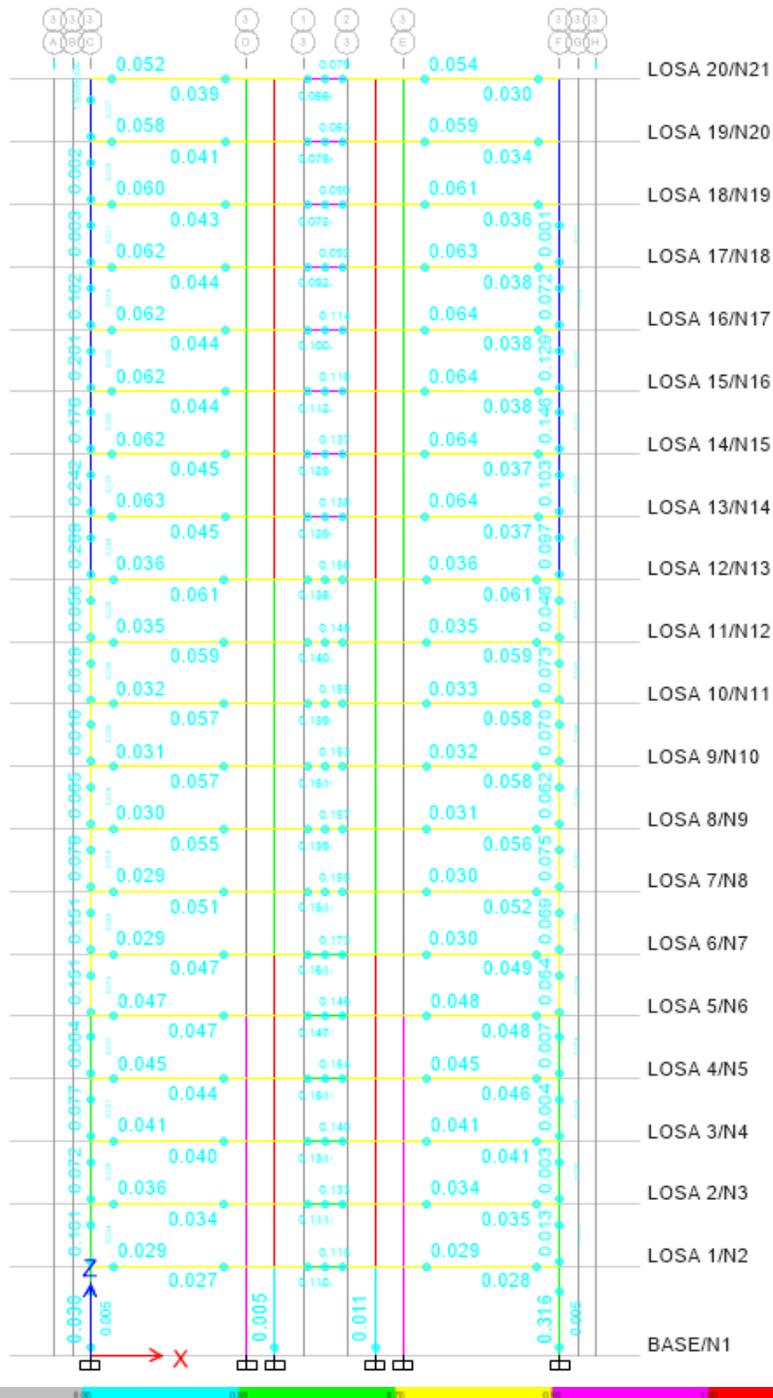


Figura 34 Performance Check para Seguridad de vidas, indica que todos los elementos estructurales cumplen para la respuesta maxima de tres registros sinteticos para el nivel de desempeño esperado

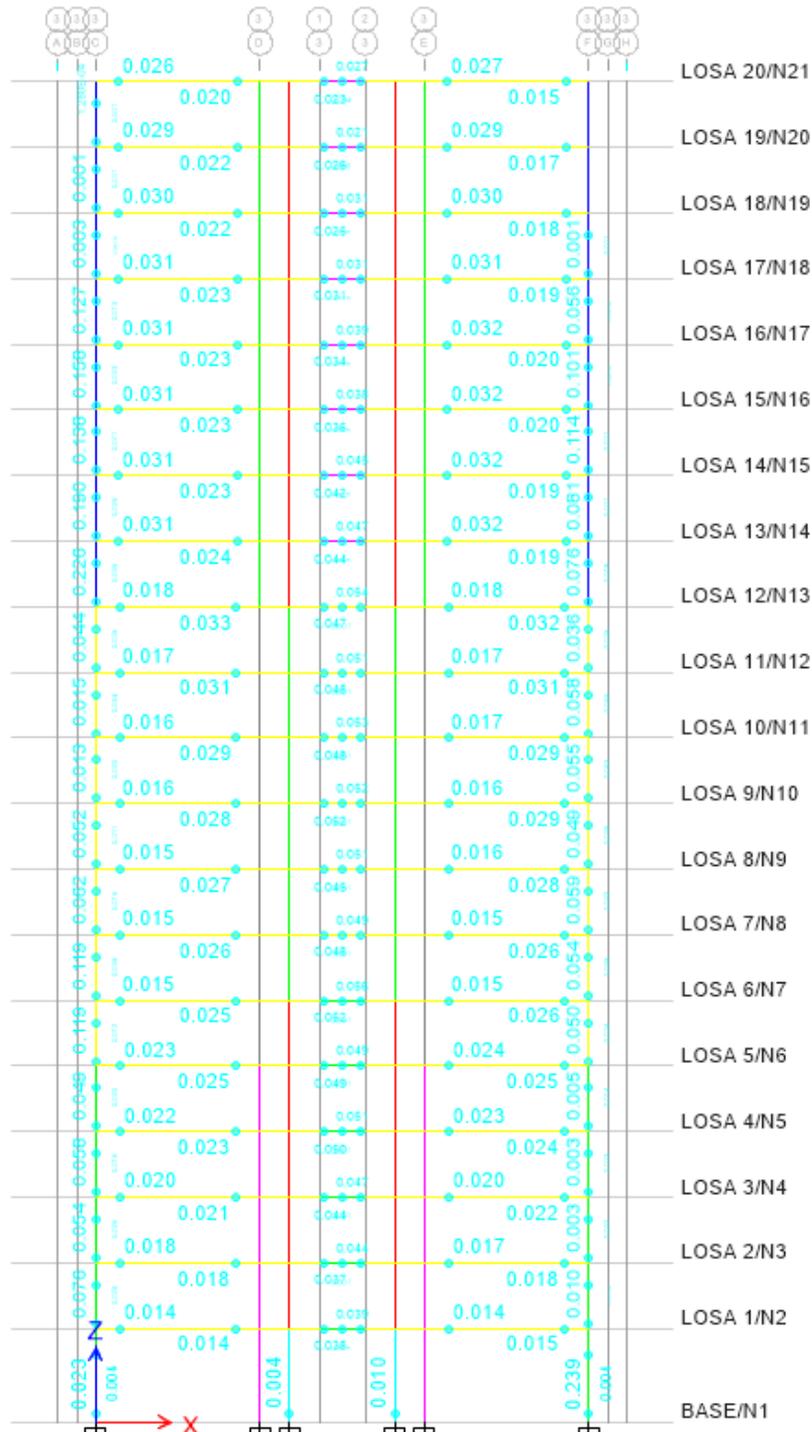


Figura 35 Performance Check para Prevención de colapso, indica que todos los elementos estructurales cumplen para la respuesta maxima de tres registros sinteticos.

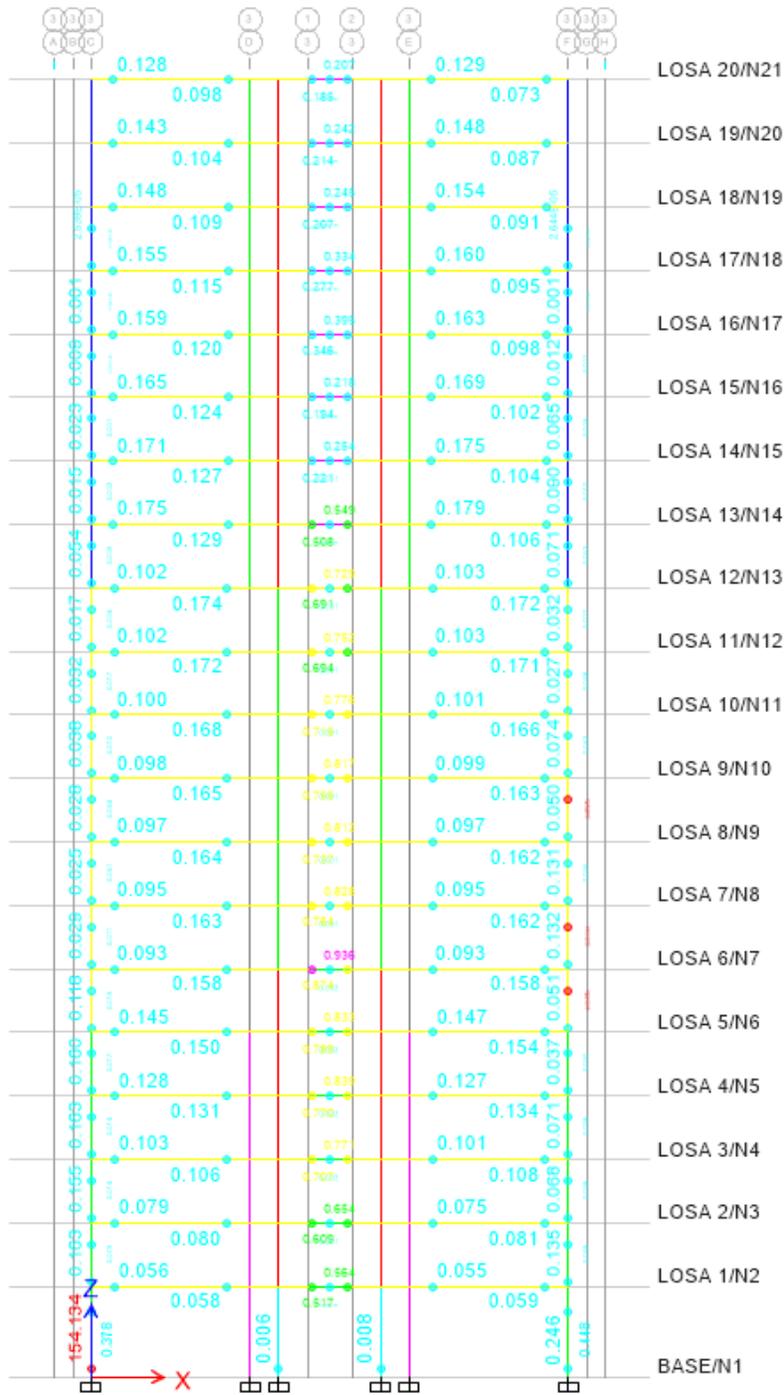


Figura 33 Performance Check para Ocupación inmediata, indica que todas las vigas de acople, vigas y 4 columnas rotulan fuera de los límites, al usar la respuesta media de los 11 pares de registros según ASCE 41-13.

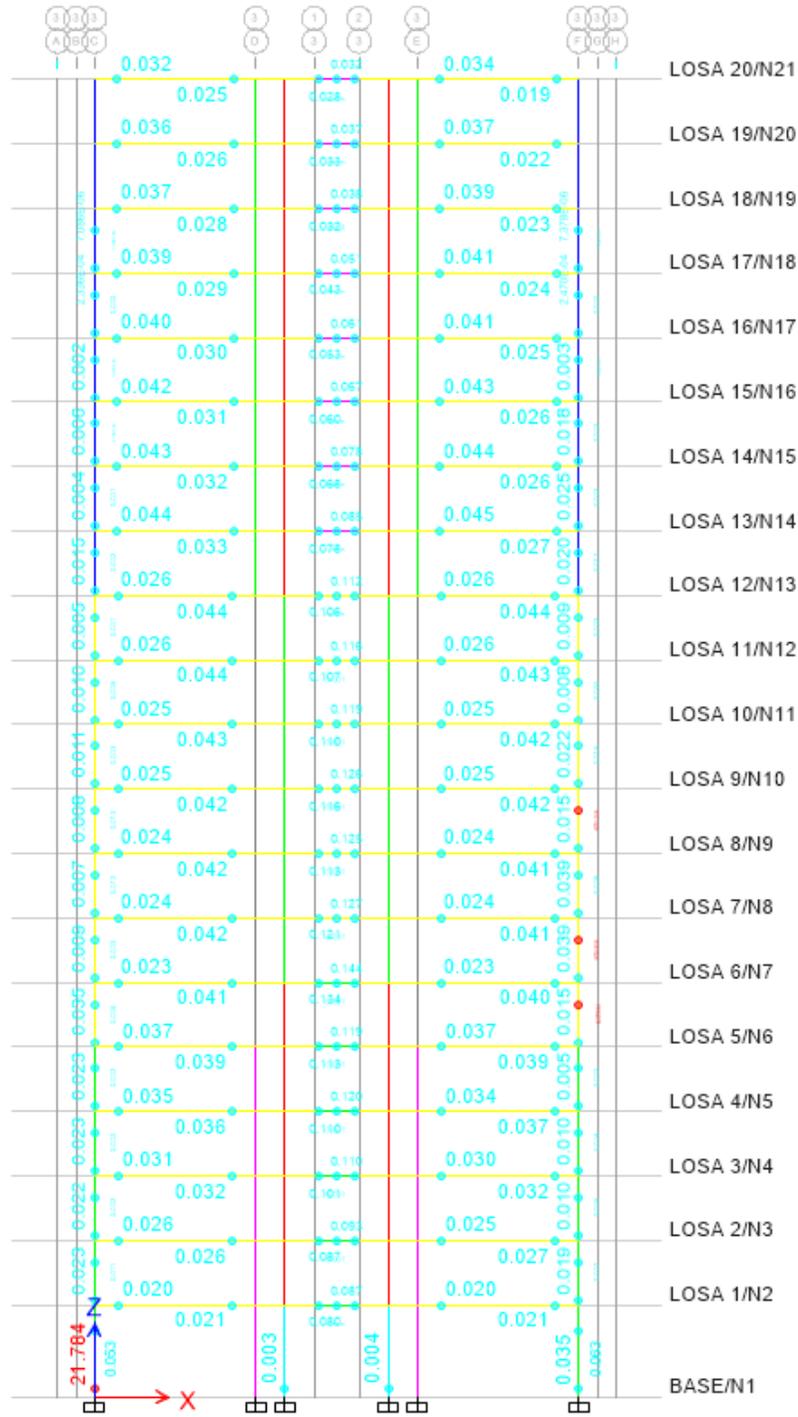


Figura 34 Performance Check para Seguridad a la vida, indica que todas las vigas de acople, vigas y 4 columnas rotulan fuera de los límites, sin provocar mecanismo de colapso al usar la respuesta media de los 11 pares de registros según ASCE 41-13.

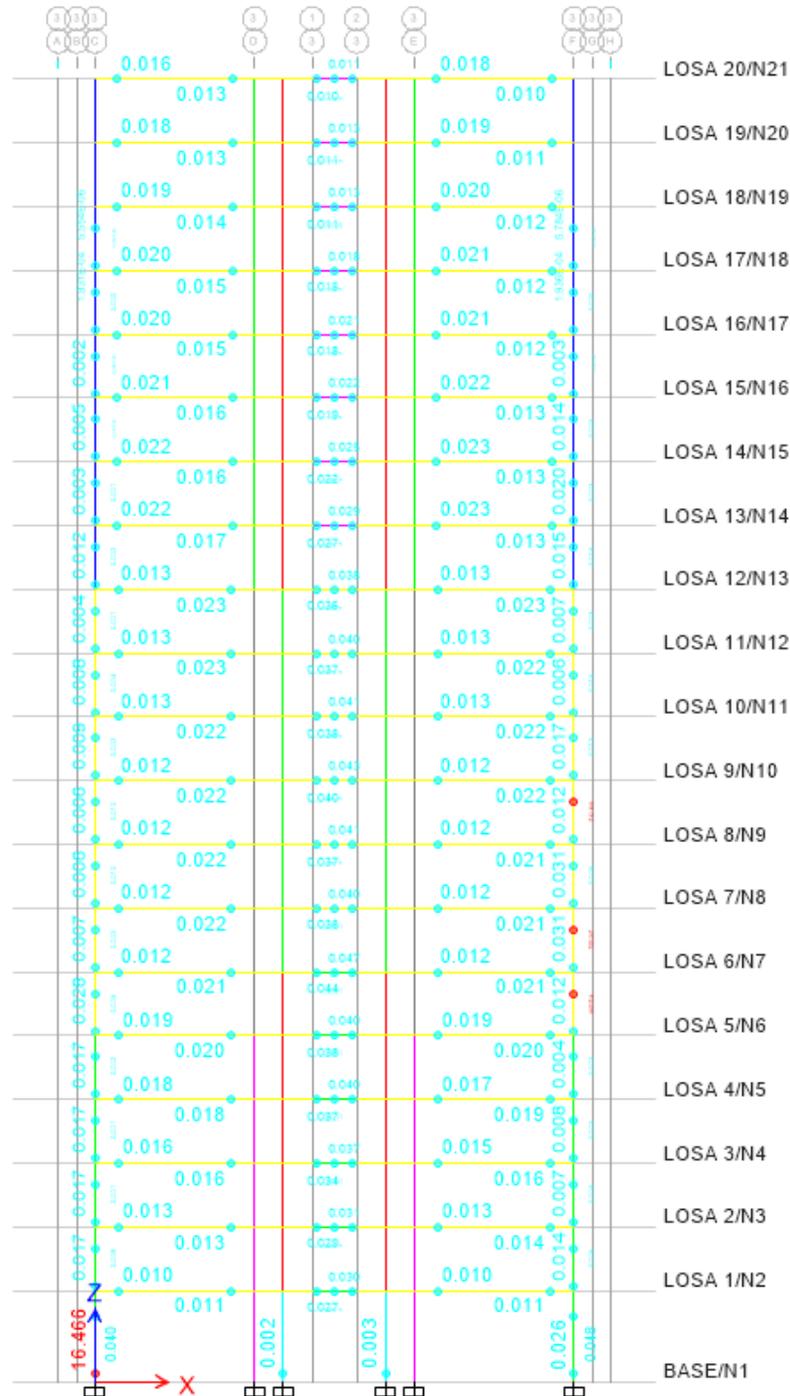


Figura 35 Performance Check para prevención de colapso, indica que todas las vigas de acople, vigas y 4 columnas rotulan fuera de los límites, sin provocar mecanismo de colapso al usar la respuesta media de los 11 pares de registros según ASCE 41-13.

De estas imágenes de los niveles de desempeño estructural de la estructura, se puede optimizar las vigas de acople dotándolas de más ductilidad, a través del aumento del refuerzo longitudinal, transversal y diagonal, para que la estructura se encuentre en el nivel de operación inmediata.

CONCLUSIONES

- El análisis estructural estático y dinámico modal espectral basado en la normativa vigente, para un sistema estructural E4 disminuye la deriva lateral hasta límites permisibles, lo que disminuye la vulnerabilidad sísmica.
- El uso de elementos Shell en el modelado de este tipo de estructuras no es adecuado ya que la definición de rótulas plásticas da resultados erróneos, donde los muros de corte rotulan antes que las vigas de acople.
- El uso de elementos Frame en el modelado de este tipo de estructuras si es adecuado, siempre y cuando las dimensiones del muro sean modeladas exactamente en el elemento Frame(columnas) y se asignen brazos rígidos a las vigas que se conecten con las columnas para simular la rigidez del muro hasta la ubicación de las rotulas plásticas.
- El uso de un acelerograma sintético para el espectro de diseño de la normativa AGIES, permite la correcta implementación de análisis no lineal, ya que no se tienen registros acelerográficos reales que sean compatibles con el espectro de respuesta.
- La correcta definición de rótulas plásticas (Hinges), proporciona lazos de histéresis predichos en la teoría haciendo uso adecuado de relaciones de histéresis como la de Takeda.
- Los objetivos de desempeño estructural nos permite saber el grado de daño que sufrirán los diseños estructurales y conocer de antemano estrategias para la correcta intervención que se debe realizar.
- La normativa en muchas de las situaciones permitirá alcanzar un desempeño estructural adecuado, en función de la filosofía de diseño, cuando esto no se alcanza generalmente es por problemas de irregularidades tipológicas o falta de redundancia estructural, aunque se cumpla con la norma el nivel de desempeño no será adecuado.
- El uso del análisis dinámico no lineal, permite una comprensión más real del comportamiento estructural en sistemas estructurales E4.
- La energía de entrada del sismo debe estar en equilibrio dinámico con la estructura, para que esta sea lo más eficiente posible en función de desempeño estructural.
- Las vigas de acople para este edificio en particular absorben aproximadamente un 2.5% de la energía del sismo, el comportamiento histérico global absorbe un 8.5% de la energía del sismo, es decir todos los demás componentes estructurales, muros de corte, vigas a flexión y columnas en flexo compresión biaxial.
- La energía del sismo es disipada aproximadamente en los siguientes porcentajes, un 74 % debido al amortiguamiento global inherente a los materiales constitutivos del sistema estructural E4, la disipación inherente a la respuesta inercial de la estructura en un 10% (Energía cinética), la respuesta elástica de la estructura en un 7.5% (Energía potencial), y la energía por amortiguamiento Histerético no lineal (deformación, agrietamiento, calor y diversos mecanismos de disipación) en un 8.5%.
- Se comprueba que los niveles de desempeño para la selección de 11 pares de registros acelerograficos correctamente escalados y usando la respuesta media de los, dan un respuesta de la relación D/C en los objetivos de desempeños menor que la respuesta máxima de los tres pares de registros sintéticos, por lo que a criterio es más adecuado usar los 11 pares de registros recomendados por ASCE.

REFERENCIAS

1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI. (2019). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural(ACI 318-19) (Versión en español y en sistema métrico SI). Farmington Hills, Michigan, U.S.A.: AMERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI.
2. American Society of Civil Engineers, ASCE/SEI 7-16 (2017), Minimum design loads and associated criteria for buildings and other structures, Reston, Virginia, U.S.A.: American Society of Civil Engineers.
3. American Society of Civil Engineers, ASCE/SEI 41-13 (2014), Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, Reston, Virginia, U.S.A.: American Society of Civil Engineers.
4. Aoyama, H., & Sugano, T. (1968). A Generalized Inelastic Analysis of Reinforced Concrete Structures Based on the Tests of Members. Recent Researches on Structural Mechanics, 15-30.
5. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES. (2018). NSE 2, DEMANDAS ESTRUCTURALES Y CONDICIONES DE SITIO. Guatemala, Guatemala: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES.
6. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES. (2018). NSE 2.1 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS. Guatemala, Guatemala: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES.
7. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES. (2018). NSE 3, DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES. Guatemala, Guatemala: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES.
8. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES. (2018). NSE 7.1, DISEÑO DE CONCRETO REFORZADO. Guatemala, Guatemala.: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES.
9. Chan, H., & Tso, W. (1971). Static and Dynamic Analysis of plane coupled Shear Walls. Montreal, Canada: McGill University.
10. Clough, R., & Jhonston, S. (1966). Effect of Stiffness Degradation on Earthquake Ductility Requirements. Structural Engineering Lab, Report No. 66-16.
11. Coull, A., & Choudhury, J. (1967). Stresses and deflections in coupled shear walls. Proceedings ACI Journal, 65-72.
12. Damiao Bezelga, J. (2015). Vigas de Acoplamiento de Paredes Estruturais - Procedimento de Modelação para Análise Sísmica de Estruturas de Betão Armado (in portuguese). Lisboa: Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa.
13. FEDERAL EMERGENCY MANGEMENT AGENCY, FEMA. (1997). NEHRP GUIDELINES FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS. Washington D.C., U.S.A.: FEDERAL EMERGENCY MANGEMENT AGENCY, FEMA.
14. FEDERAL EMERGENCY MANGEMENT AGENCY, FEMA. (2000). PRESTANDARD AND COMMENTARY FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUIDINGS. Washington, U.S.A.: FEDERAL EMERGENCY MANGEMENT AGENCY, FEMA.
15. Girijavallabhan, C. (1969). Analysis of shear wall with openings. Journal Structural Division, 2093-2103.
16. IBC, I. B. (2018). 2018, INTERNACIONAL BUILDING CODE IBC. BRUSELAS: CONSTRUCCION.
17. Kent, Harries A.; Meeri, Bingnian Gong ; Bahram, Shahrooz M. (2000). Behavior and Design of Reinforced Concrete, Steel, and Steel-Concrete Coupling Beams. Columbia, North Carolina, U.S.A.
18. Wilson, E. (2002). Three-Dimensional Static and Dynamic Analysis of Structures (A Physical Approach With Emphasis on Earthquake Engineering). Berkeley, California, USA: Computers and Structures, Inc.
19. Moehle, J. (2015). Seismic Design of Reinforced Concrete Buildings. McGraw-Hill Education.
20. Otani, S., & Sozen, M. (1972). Behaviour of multi-story reinforced concrete frames during. Urbana, Illinois: Structural Research Serie, No. 392.



21. Son Vu, N., Li, B., & Beyer, K. (2015). Effective stiffness of reinforced concrete coupling beams. *Engineering Structures*, 371-382.
22. Takeda, T., M.A. , S., & Nielsen, N. (1970). Reinforced Concrete Response to Simulated Earthquakes. *Journal, Structural Division, ASCE*, Vol. 96, No. ST12, 2557-2573.
23. Villarreal, G. & Díaz La Rosa, M. (2016). *Edificaciones con Disipadores Viscosos*. Lima-Perú.
24. Wallace, J. (2007). *Modeling Issues for Tall Reinforced Concrete Wall Buildings*. Los Angeles California, U.S.A.: Los Angeles Tall Buildings Structural Design Council Annual Meeting.
25. Xicará, M. (2021), “Optimización de vigas de acople en sistemas E4 de concreto reforzado para la reducción de la vulnerabilidad sísmica de acuerdo al ACI 318-19, AGIES NSE 2018, mediante un análisis dinámico no lineal, para la zona 9 de Quetzaltenango”, Tesis de Maestría en Ciencias, Departamento de estudios de postgrado, Centro Universitario de Occidente, Universidad de San Carlos de Guatemala.

“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA DE CONCRETO REFORZADO DEL MÓDULO G DE LA DIVISIÓN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA EN EL CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA MEDIANTE UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSH-OVER”

Jorge Mynor Hernández Monzón ¹⁾ y Miguel F. Cruz Azofeifa ²⁾

⁽¹⁾ Estudiante, Maestría en Ingeniería Estructural y Sismo Resistente,
Departamento de Estudios de Postgrados, Centro Universitario de Occidente,
Quetzaltenango, Guatemala.
jorgemynor@cunoc.edu.gt

⁽²⁾ Profesor, Ingeniero Estructural-Costa Rica/
Doctor en ingeniería Estructural
Profesor Maestría en Ingeniería Estructural y Sismo Resistente, Universidad de San Carlos de Guatemala.
miguelcruz@cunoc.edu.gt

RESUMEN

El presente trabajo consiste en desarrollar la evaluación de desempeño sísmico al Módulo “G” de la División Ciencias de la Ingeniería en el Centro Universitario de Occidente de la Universidad de San Carlos –USAC-, ubicado la ciudad de Quetzaltenango, departamento de Quetzaltenango de Guatemala mediante un Análisis Estático No Lineal Push-Over.

La metodología empleada para la evaluación de la estructura, da inicio con la recopilación de información de campo de la estructura, la obtención de planos, realización de ensayos de no destructivos para confirmar la configuración y disposición del acero de refuerzo de los diferentes elementos estructurales.

Previo al análisis estático no lineal Push-Over, se realiza una evaluación de la estructura con un análisis modal espectral para determinar las derivas de la estructura y lo señalado por el código vigente de Guatemala dado por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica - AGIES-.

El análisis Estático No lineal realizado tiene como referencia el método mejorado de diagrama de demanda de capacidad que utiliza el conocido espectro de diseño de ductilidad constante para el diagrama de demanda desarrollado por Anil K. Chopra y Rakesh K. Goel, que parte del espectro elástico dado por la norma de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica - AGIES- para el área donde se encuentra la estructura y se obtienen los espectros para diferentes ductilidades.

Para determinar la capacidad de la estructura se identifica los miembros principales y secundarios de la estructura, definiendo las rotulas plásticas de los elementos a través de diagramas de momento curvatura de los elementos estructurales principales como vigas, columnas, con el software Etabs de Computers and Structures, Inc. C.S.I. se utiliza para la determinación de la curva capacidad de la estructura, el análisis se realiza con la definición de tres tipos de sismos, en las curvas de capacidad se ha incorporado el parámetro de sobrerresistencia.

Obtenidas las curvas de demanda y capacidad se trasladan los datos obtenidos a coordenadas espectrales, para poder integrar en una sola grafica la curva demanda-capacidad, para obtener el punto de desempeño de la estructura y verificar con los criterios de aceptación si el comportamiento de la estructura es adecuado.



PALABRAS CLAVES: Análisis Estático No Lineal, espectro de diseño de ductilidad constante, Diagrama de Capacidad, Diagrama de Demanda, Punto de desempeño.

EVALUACION DE LA ESTRUCTURA EL MODULO G MEDIANTE UN ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSH-OVER

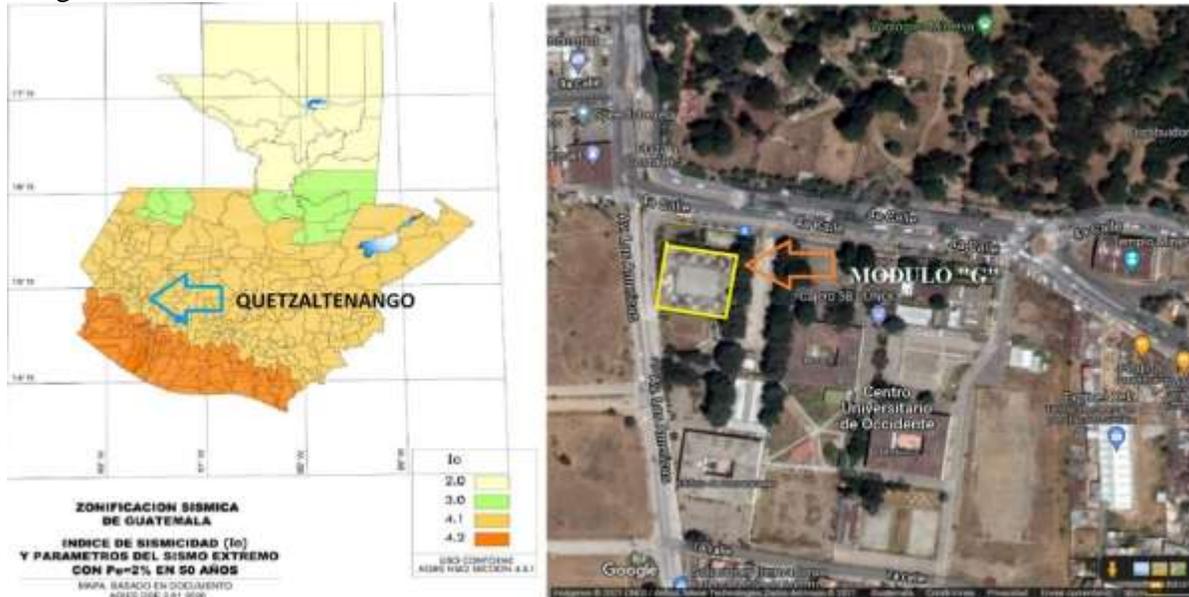
Los parámetros y características de la estructura del Módulo “G” CUNOC-USAC se presentan en la siguiente tabla y sirven de base para efectuar la evaluación de desempeño del edificio a través de un modelo analítico.

Tabla No. 1 Características Estructurales del Módulo “G” CUNOC-USAC

| Sistema | Descripción |
|---|---|
| Sistema Estructural | Sistema de Marcos de concreto reforzado E-1 |
| Componentes del Sistema Estructural | Marcos especiales columnas-vigas-losas |
| Categoría Ocupacional: | III Obras Importantes |
| Ocupación del Edificio | Educativo |
| Ubicación | Quetzaltenango, Guatemala |
| Índice de sismicidad: | 4.1 |
| Ordenada Espectral periodo corto S_{cr} | 1.5g |
| Ordenada Espectral para periodo de 1 seg | 0.55g |
| Numero de Niveles | 3 |
| Tipo de suelo | Tipo “D” |
| Altura total de la estructura | 10.65 m |

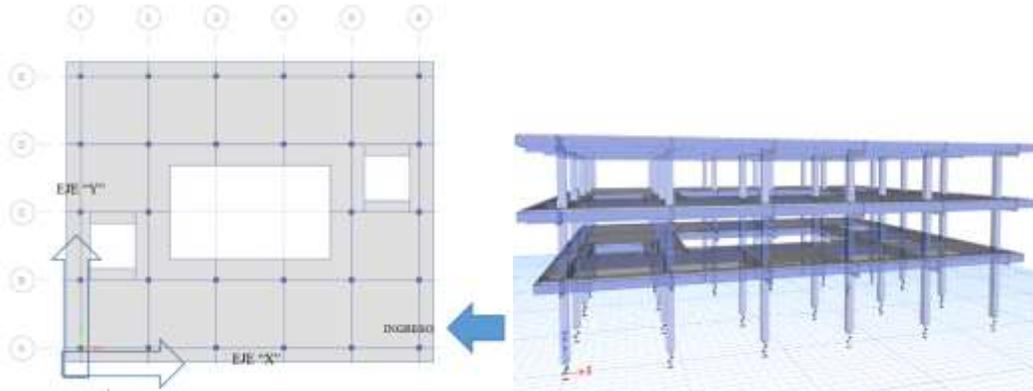
Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 1 Localización de Módulo "G"



Fuente: Mapa de Guatemala AGIES NSE-2-2018 y Google Earth.

Figura No. 2 Modelo ETABS del Módulo “G”



Fuente Elaboración propia.

Un nivel de desempeño describe una condición límite de daño para una determinada edificación a un determinado sismo. La condición límite se define mediante el nivel de daño físico de la estructura, la amenaza a la vida de los ocupantes, y la operatividad que tendría después del evento sísmico.

La Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sismo resistente –AGIES- considera los siguientes niveles de amenaza sísmica que se tomaron en cuenta para el desarrollo de la investigación.

Tabla No. 2 Niveles de peligro sísmico según AGIES NSE-2

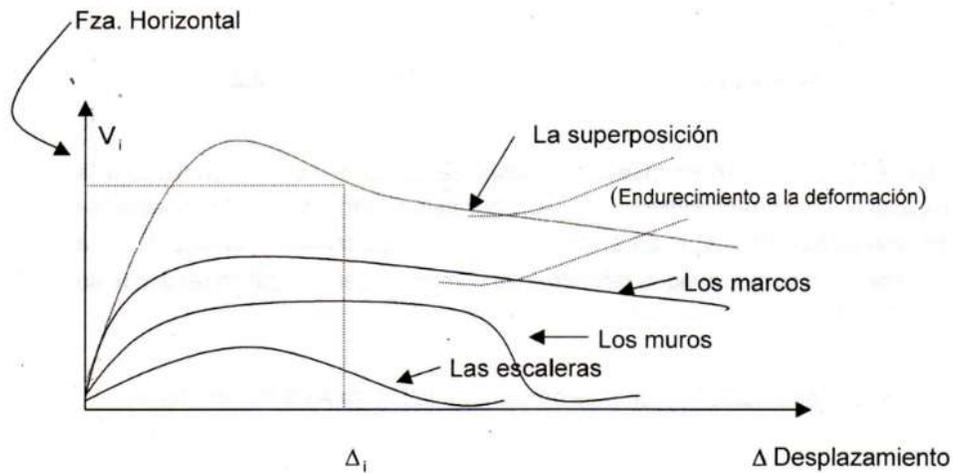
| Tipo de Sismo | Abreviatura | Descripción |
|--------------------------|-------------|--|
| Sismo Básico u Ordinario | (SB) | Definido probabilísticamente como un evento con 10% de probabilidad de ser excedido en un periodo de 50 años y un periodo de retorno de 475 años, Se utilizará para diseño estructural de obra ordinaria. |
| Sismo Severo | (SV) | Definido probabilísticamente como un evento con 5% de probabilidad de ser excedido en un periodo de 50 años y un periodo de retorno de 975 años, se utilizará para diseño estructural de Obra Importante y de Obra Esencial. |
| Sismo Extremo | (SE) | Definido probabilísticamente como un evento con 2% de probabilidad de ser excedido en un periodo de 50 años y un periodo de retorno de 2,500 años. |

Fuente: AGIES 2018 NSE-2 (2018)

El análisis de las estructuras se puede realizar en función de los miembros estructurales a considerar, a continuación, se presenta una aproximación de los diferentes comportamientos de una estructura idealizada, en donde intervienen los diferentes componentes de esta.

Figura No. 3 Idealización de la contribución de los componentes de una estructura.





Fuente: Martinez Marquez, 1999.

Se ha considerado que las gradas del Módulo G tienen un sistema flexible que le permite mayor deformación al tener un descanso que de la misma manera descansa sobre un muro.

En caso de muros el comportamiento se considera independiente de la estructura principal, provocando que se cierre el espacio existente entre muros y marcos.

Se han utilizado los criterios de aceptación dados por ASCE/SEI 41-17.

- a) Ocupación inmediata (IO). La deformación en la que se produjo el daño visible y permanente en los experimentos, pero no superior a 0.67 veces el límite de deformaciones para la seguridad vida.
- b) Seguridad de la vida (LS). 0.75 veces las deformaciones en el punto C en las curvas.
- c) Prevención de colapso (CP). Las deformaciones en el punto C en las curvas, pero no mayores de 0.75 veces las deformaciones en el punto E.

Dentro de los puntos de verificación del análisis no Lineal se ha considerado los siguientes con la intención de tener un mejor panorama del comportamiento de la estructura tanto a nivel global como a nivel local.

- a) Ubicación de los Puntos de desempeño y los criterios de aceptación
- b) Cortante en los elementos en el punto de desempeño.
- c) Derivas en cada piso en punto de desempeño.
- d) Nivel de desempeño en cada rotula.
- e) Deformaciones unitarias máximas en los materiales.
 - o Considerando deformación del concreto <0.02
 - o Deformación del acero principal $0.6 \epsilon_{su} < 0.05$

El Método de Demanda Capacidad basado en espectro Inelástico de diseño fue desarrollado por Anil K. Chopra, and Rakesh K. Goel, en el año 1999, en el paper denominado "Capacity-Demand-Diagram Methods for Estimating Seismic Deformation of Inelastic Structures: SDF Systems", presenta un método mejorado de diagrama de demanda de capacidad que utiliza el conocido espectro de diseño de ductilidad constante para estimar la deformación sísmica del sistema equivalente de un grado de libertad en representación de la estructura de varios de grados de libertad.

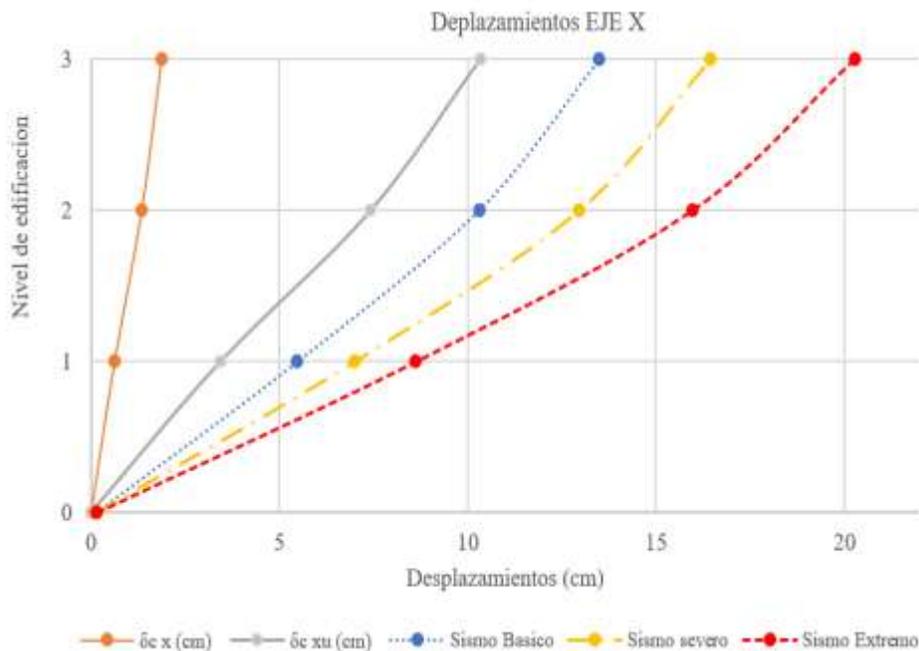
Los espectros de respuesta inelástica para varios niveles de ductilidad pueden ser desarrollado a partir del espectro de respuesta elástica utilizando las relaciones $R_y-\mu-T_n$ de Newmark y Hall, Nassar y Krawinkler, Vidic, Fajfar y Fischinger, quienes sugirieron diferentes relaciones $R_y-\mu-T_n$. Sin embargo, en el presente trabajo de tesis se utiliza el propuesto por Newmark presentado en el libro de dinámica estructural de Chopra.

Un espectro de diseño de ductilidad constante se establece dividiendo el espectro de diseño elástico por los factores de reducción dependientes de la ductilidad apropiados que dependen de T_n . Estos factores de reducción R_y son la base para la elaboración de espectros de diseño inelásticos.

Los diagramas de momentos curvatura de diferentes tipos de columnas, en el anexo se presenta los resultados del programa Xtract, así como una guía rápida de uso de este programa, se ha considerado calcular la curva capacidad del módulo variando la carga de la columna con el efecto uniaxial y biaxial.

Para los diferentes diagramas de Demanda-Capacidad tanto para el eje X y Y, afectando la curva capacidad por los valores de sobrerresistencia y para las tres amenazas consideradas se realizó el procedimiento especificado en la parte teórica del presente trabajo de tesis para determinar los diferentes puntos de desempeño a continuación se muestran en forma gráfica y un resumen los resultados obtenidos.

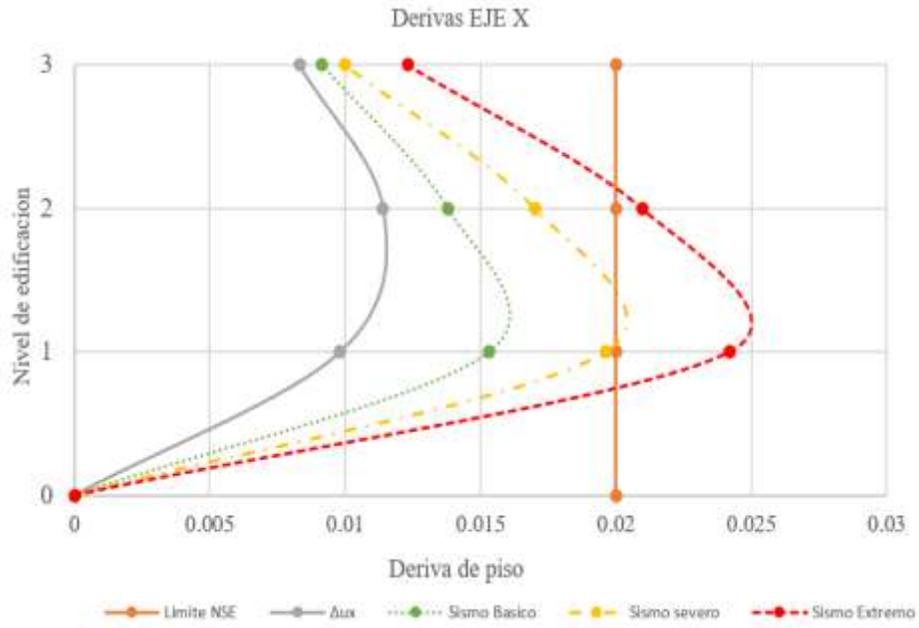
Figura No. 4 Desplazamientos de piso Eje “X”



Fuente: Elaboración propia.

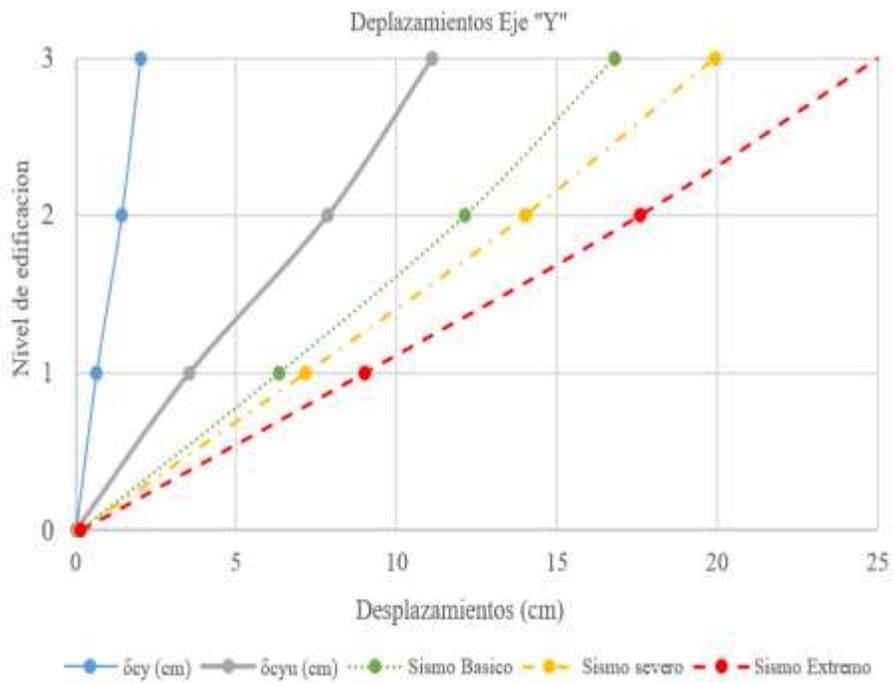
Figura No. 4 Derivas de piso Eje “X”





Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 5 Desplazamientos de piso Eje “Y”



Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 5 Derivas de piso Eje “Y”

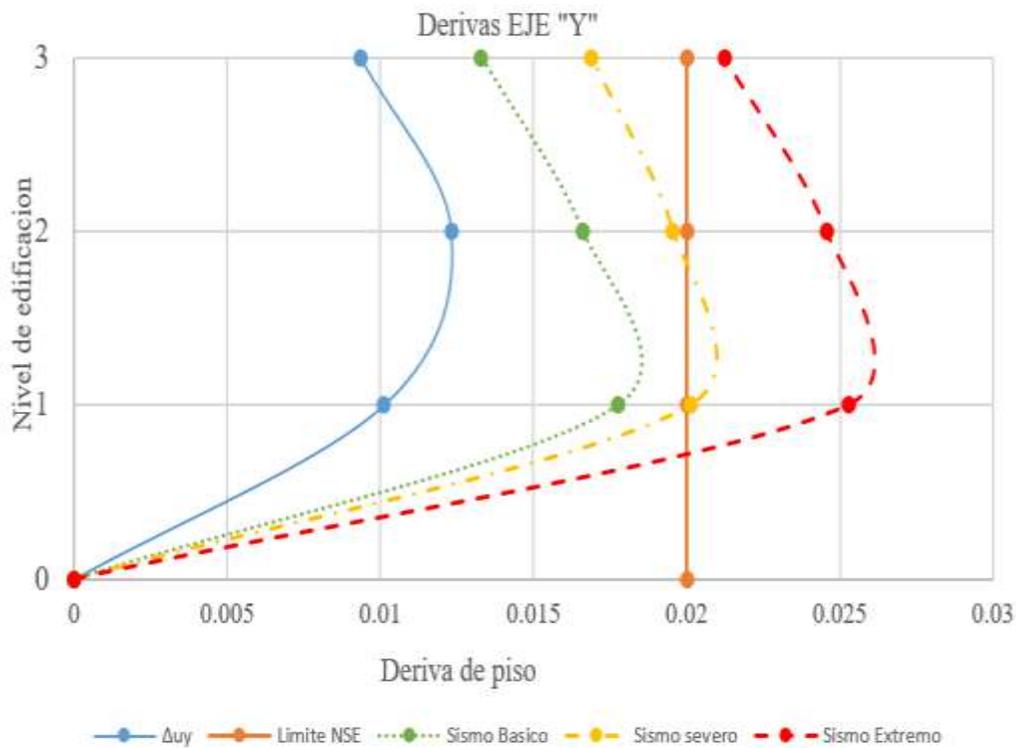
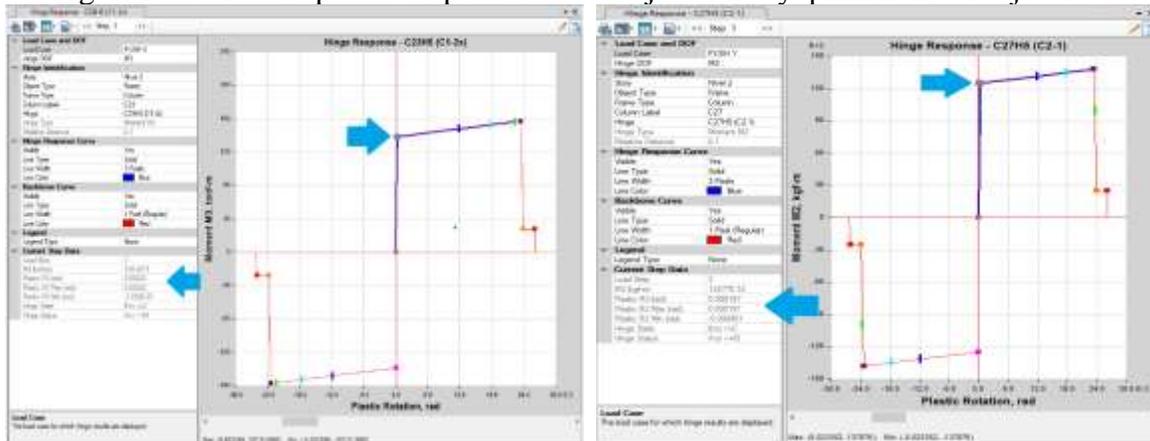


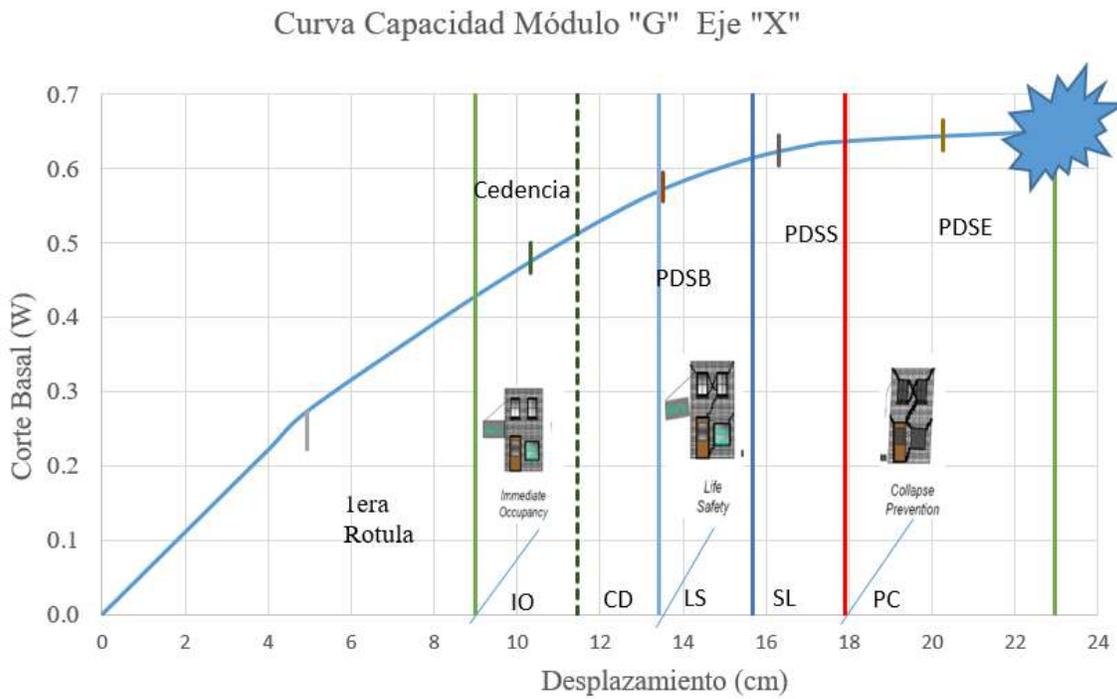
Figura No. 6 Rótula paso 3 en primera rótula eje “X-B” y primera rotula eje “Y” .



Fuente: Resultados obtenidos en simulación en Programa Etabs.

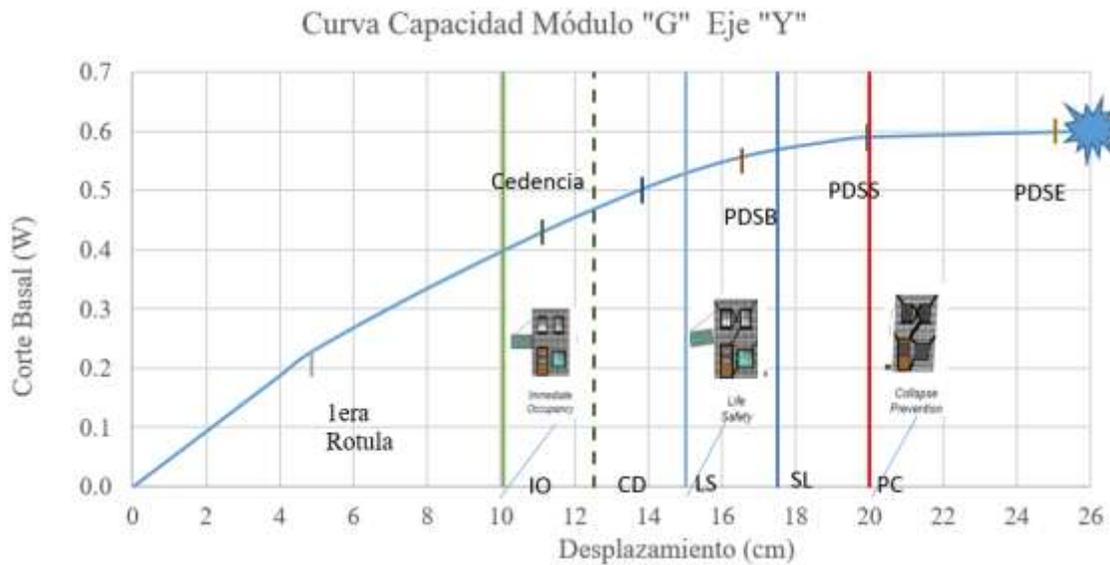


Figura No. 7 Curva Capacidad del Módulo "G"



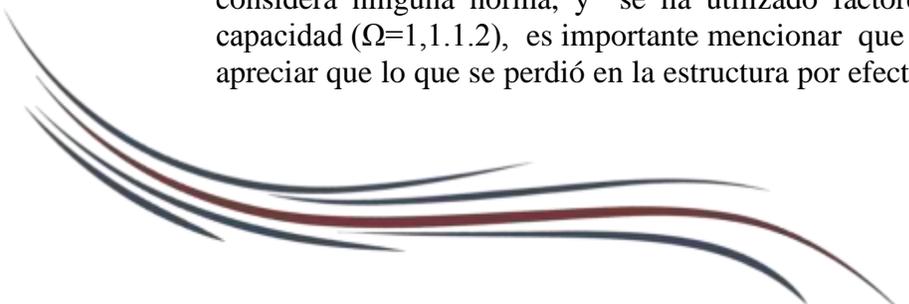
Fuente: Elaboración propia.

Figura No. 8 Curva Capacidad del Módulo "G" Eje "X" y Eje "Y"



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- a) Con los resultados obtenidos del análisis realizado considerando un modelo de la parte estructural principal definido al inicio del presente trabajo y con las premisas de base flexible, brazos rígidos, secciones agrietadas con los coeficientes de la norma AGIES, y con las limitaciones consideradas, el nivel de desempeño sísmico estimado para la estructura de concreto reforzado del Módulo de “G” de la facultad de Ingeniería en el Centro Universitario de Occidente –CUNOC- de la Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-, para un nivel de amenaza sísmica para un evento con 2% de probabilidad de ser excedido en un periodo de 50 años con un periodo de retorno de 2,500 años (sismo extremo - superior al de diseño), se tiene un nivel de desempeño que se encuentra fuera del límite del criterio de prevención de colapso, el cual no alcanza su mecanismo de colapso.
 - b) Con los resultados obtenidos del análisis realizado considerando un modelo de la parte estructural principal definido al inicio del presente trabajo y con las premisas definidas de base flexible, brazos rígidos, y secciones agrietadas con los coeficientes de la norma AGIES, el nivel de desempeño sísmico estimado para la estructura de concreto reforzado del Módulo de “G” de la facultad de Ingeniería en el CUNOC de la USAC, para un nivel de amenaza sísmica para un evento con 5% de probabilidad de ser excedido en un periodo de 50 años con un periodo de retorno de 975 años (sismo de diseño), la respuesta global de la estructura en ambas direcciones supera el límite establecido (seguridad Limitada).
 - c) Con los resultados obtenidos del análisis realizado considerando un modelo de la parte estructural principal definido al inicio del presente trabajo y con las premisas definidas de base flexible, brazos rígidos, y secciones agrietadas con los coeficientes de la norma AGIES, el nivel de desempeño sísmico estimado para la estructura de concreto reforzado del Módulo de “G” de la facultad de Ingeniería en el CUNOC de la USAC, para un nivel de amenaza sísmica para un evento con 10% de probabilidad de ser excedido en un periodo de 50 años con un periodo de retorno de 475 años (sismo básico), la respuesta global de la estructura en ambas es mayor al normado (control de daños).
 - d) Según los resultados obtenidos del análisis realizado con las premisas definidas en el modelo de base flexible, brazos rígidos, secciones agrietadas según los coeficientes de la norma AGIES, y las limitaciones expuestas, el comportamiento de la estructura del Módulo de “G” de la facultad de Ingeniería en el CUNOC de la USAC, con las diferentes demandas sísmicas que señala la norma guatemalteca AGIES, se ha determinado desplazamientos superiores a la distancia de separación entre la parte estructural principal y la parte no estructural (muros).
 - e) Considerando el modelo y las premisas ya enumeradas, las derivas determinadas del Módulo “G” de la facultad de Ingeniería en el CUNOC de la USAC, se puede concluir que el desplazamiento del techo de la estructura determinado para las diferentes amenazas sísmicas, al ocurrir dicho desplazamiento existe alta probabilidad de propiciar daños en elementos no estructurales, específicamente en elementos como muros, los cuales a su vez pueden incidir en el comportamiento de la estructura principal, provocando que el comportamiento de la estructura sea diferente al estimado en el presente trabajo, que puede provocar la presencia de fallas como piso débil, columnas cortas, etc.
 - f) En el presente trabajo también se ha realizado el modelado y análisis considerando la pérdida de la resistencia de las columnas, por el efecto biaxial o de carga perpendicular que no lo considera ninguna norma, y se ha utilizado factores de sobrerresistencia para la curva capacidad ($\Omega=1,1.1.2$), es importante mencionar que con los resultados obtenidos, se puede apreciar que lo que se perdió en la estructura por efecto de carga biaxial en columnas es más
- 

o menos el efecto de haber ganado o haber considerado la curva de capacidad con factores de sobrerresistencia de 1.2, por lo que se concluye que no es necesario ni considerar el efecto biaxial ni considerar efecto de ganancia de sobrerresistencia ya que los resultados obtenidos son similares, en otras palabras los valores obtenidos para curvas capacidad sin considerar el efecto biaxial y un factor de sobrerresistencia de 1 y la curva capacidad con el efecto biaxial de carga en las columnas y factor de sobrerresistencia de 1.2 los resultados obtenidos son similares.

- g) En términos globales se puede observar de los resultados obtenidos que la estructura del Módulo de “G” de la facultad de Ingeniería en el CUNOC de la USAC, se estima que está incurriendo en el rango inelástico, cuando se tenga desplazamientos de techo superiores a 10 centímetros estará dejando el criterio de aceptación de Ocupación Inmediata.
- h) Al considerar el análisis de derivas residuales en los puntos de desempeño calculados para la estructura Módulo de “G” de la facultad de Ingeniería en el CUNOC de la USAC, en los tres niveles de amenaza sísmica (básico, severo y extremo), estos se encuentran en el rango plástico, por lo tanto existirán derivas residuales, al comparar los resultados obtenidos con el FEMA P8, las derivas residuales se encuentran entre Ocupación Inmediata (IO) y Control de daños (CD), por lo que este comportamiento global de la estructura en términos de derivas residuales cumplen con objetivos de desempeño de la norma.
- i) En la revisión del desempeño a nivel local de las deformaciones unitarias de los materiales del Módulo de “G” de la facultad de Ingeniería en el CUNOC de la USAC para los puntos de desempeño con amenaza sísmica básico y severo, tomando en cuenta la deformación unitaria máxima del concreto y deformación unitaria máxima del acero de refuerzo, considerando los límites de deformación para rótulas plásticas de elementos (Sullivan, Priestley y Calvi) los niveles de desempeño local de los materiales cumplen con el objetivo de desempeño.

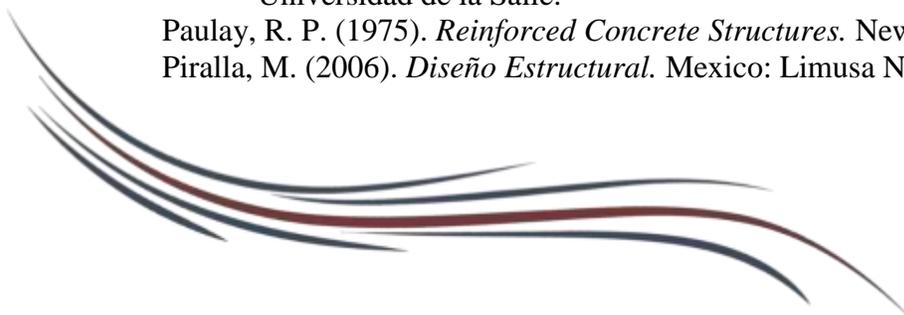
RECOMENDACIONES

- a) En base a los desplazamientos de techo de la estructura obtenidos en los modelos del presente estudio se recomienda a las autoridades de la USAC continuar con el estudio y el análisis del comportamiento de la estructura del Módulo “G” de la facultad de Ingeniería en el CUNOC de la USAC, tomando como base el modelo presentado y considerando otras variables que estuvieron fuera del alcance del presente trabajo como por ejemplo obtención de propiedades dinámicas del edificio, realización de un análisis no lineal dinámico, interacción componentes principales con los no estructurales, a efecto de tomar decisiones en la intervención en el Módulo “G”.
- b) Con los resultados obtenidos es necesario evaluar y mejorar el comportamiento de elementos no estructurales como muros divisorios del Módulo “G” de la facultad de Ingeniería en el CUNOC de la USAC, para que ellos no intervengan en forma negativa en el comportamiento global de la estructura tomando como referencia las distorsiones encontradas en el presente estudio.
- c) Se recomienda evaluar la realización de estudios de reforzamiento para mejorar el comportamiento global de la estructura del Módulo “G” de la facultad de Ingeniería en el CUNOC de la USAC, para las diferentes amenazas sísmicas que indica la norma AGIES, dentro del reforzamiento podría ser agregar muros de corte, aisladores de base, amortiguadores u otro dispositivo para el control y disminución de deformaciones para el nivel de amenaza que sea requerida, o proveer mayor separación de los muros con la estructura principal.

- d) Se recomienda utilizar la presente investigación, como base para utilizar el Método de Diagrama Capacidad basado en espectro Inelástico de diseño, desarrollado en el presente trabajo, como un método alternativo de un análisis no lineal estático y comprobación de los diseños que se efectúan a nivel nacional.
- e) Se recomienda a las autoridades de la USAC, para las futuras estructuras a diseñar y construir de la Universidad, solicitar la comprobación del diseño a través de un análisis no lineal, para visualizar el comportamiento de la estructura para diferentes amenazas sísmicas.

BIBLIOGRAFÍA.

- 41-13, A. S. (2014). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. Virginia USA: American Society of Civil Engineers.
- 440, F. E. (2005). *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*. Washington, D. C.: Department of Homeland Security, Federal Emergency Management Agency.
- A, G. S. (2000). *Seismic and Wind Design of Concrete Building, 2000 IBC, ASCE 7-98, ACI 318*. Applied Technology Council, A.-4. C. (1996). *Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings Volume I*. California U.S.A.: Applied Technology Council, California.
- Awad, R. R. (2006). *Analisis y diseño sísmico de Edificios*. Medellín, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Chopra, A. K. (2015). *Dinamica de Estructuras*. Mexico: Pearson.
- Diseño y Analisis por medio de Elementos Finito, Curso de Manejo Programa SAP 2000*. (2000). Mexico: Construaaprende.
- Engineers, A. S. (2014). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings ASCE/SEI 41-13*. Virginia USA.: American Society of Civil Engineers.
- Estructurales, A. G. (2018). *Normas Estructurales de Diseño recomendadas para la Republica de Guatemala*. Guatemala: AGIES.
- Fanella, S. K. (2003). *Seismic and Wind Design of Concrete Building 2000 IBC, ASCE 7-98, ACI 318-99*. U.S.A.: Portland Cement Association, International Code Council.
- Helmut, S. J. (1997). *Analysis of Shear Walls Using Standar NEHRP Provisions 1997*. USA: ACI Digest Paper Title No. 66-89.
- IMCYC, I. M. (1992). *Diseño de edificios de concreto de poca altura PCA*. Mexico: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A C.
- Institute, A. A. (2002). *Requisitos Esenciales para Edificaciones de Concreto Reforzado*. Bogota Colombia: IPS-1.
- M., J. C. (1993). *Construcciones Antisísmicas y Resistentes al Viento*. Mexico: Limusas Grupo Noriega Editores.
- Marquez, A. M. (1995). *Ingenieria y Arquitectua Antisísmica*. Mexico: Claves Lationamericanos.
- Meli, B. /. (2008). *Diseño Sísmico de Edificios*. Mexico: Editorial Limusa, Grupo Noriega Editores.
- Meli, P. (2006). *Diseño Estructural*. Mexico: LImusa.
- Nathaly, C. Z. (2016). *Evaluación de la incidencia de las irregularidades en el comportamiento estructural del edificaciones mediante un analisis no lineal modal pushover*. Bogota,: Universidad de la Salle.
- Paulay, R. P. (1975). *Reinforced Concrete Structures*. New Zealand: John Wiley & Sons.
- Piralla, M. (2006). *Diseño Estructural*. Mexico: Limusa Noriega Editores.



- Priestley, T. P. (1992). *Seismic Design of Reinforced concrete and Masonry Buildings*. San Diego, California: John Wiley & Sons, Inc.
- Rica, C. F. (2002). *Comentarios al Código Sismico de Costa Rica*. Ssan Jose: Editorial Teconologica de Costa Rica.
- Roberto, B. E. (2008). *Diseño Sismico de Edificios* . Mexico: Limusa.
- Rosenblueth, E. (2010). *Diseño de Estructura Resistentes a Sismos*. Mexico: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A. C.
- Rosenblueth, E. E. (1991). *Diseño de estructuras resistentes a sismos*. Mexico: IMCYC Noriega Editores, Editorial Limusa.
- Sarria, A. (1995). *Ingenieria Sismica*. Santa Fe de Bogota, D C. Colombia: Ediciones Uniandes.
- Sismica, A. G. (2018). *Normas de Seguridad Estructural De edificaciones y Obras de Infraestructura para la Republica de Guatemala*. Guatemala: AGIES.
- Uniform Building Code*. (1985). UBC.

FACTORES DE ELECCIÓN DE CARRERA EN LA FORMACIÓN DEL ESTUDIANTE UNIVERSITARIO

COLLEGE CAREER CHOICE FACTORS IN THE TRAINING OF THE STUDENTS

Ligia Alejandra Hernández Monroy

RESUMEN

La elección de carrera profesional es un proceso complejo y multidimensional que debe ser entendido como un espectro en el que intervienen una serie de factores que motivan dicha elección. Los cuales pueden ser intrínsecos o extrínsecos; que en palabras sencillas hacen alusión a la motivación que proviene del interior del individuo y por otra parte se encuentra la extrínseca, que hace alusión a obtener alguna recompensa externa o evitar el castigo. Esto llevó a plantear el cuestionamiento ¿Cuáles son los factores que motivaron la elección de carrera profesional en los estudiantes del Profesorado y Licenciatura en Pedagogía, del CUNOC? Por lo que, el objetivo general de la investigación se centró en establecer cuáles son los factores que motivaron esta decisión en dichos estudiantes.

La investigación fue de tipo cuantitativo, no experimental de tipo transversal y de subtipo descriptivo. Se realizó un censo con la población, la cual constó de 109 sujetos, a través de un formulario en la plataforma Google Forms, en consecuencia, de todos los protocolos de emergencia adoptados en el país en consecuencia de la pandemia COVID-19. El estudio concluyó que debido a que la elección de carrera es un fenómeno multidimensional, fue determinado por varios factores, predominantemente los intrínsecos, aunque también se hicieron presentes los extrínsecos.

Palabras clave: Elección de carrera, factores, motivación, intrínseca, extrínseca, vocación

ABSTRACT

The choice of college career is a complex and multidimensional process that must be understood as a spectrum in which a lot of factors that motivate this choice are involved. And these ones can be intrinsic or extrinsic, which in simple words allude to the motivation that comes from inside the individual and on the other side there is the extrinsic ones, which is based to obtaining some external reward or avoiding a punishment.

The above leads to question the following: What are the factors that motivated the choice of college career in the students of the Faculty and Degree in Pedagogy, of CUNOC? Therefore, the general objective of this research was to establish what were the factors that motivated this decision in the students of first entrance, second semester of the faculty and eighth semester of Bachelor in Pedagogy of Centro Universitario de Occidente.

The research was of quantitative type, not experimental of transversal type and descriptive subtype. A census was conducted with the population, which consisted of 109 subjects, through a form on the GoogleForms platform, as a result of all the emergency protocols adopted in the country as a result of the COVID-pandemic19. It was concluded that because of college career choice is a multidimensional and complex spectrum was definitely determined by a lot of factors, predominantly intrinsic, although extrinsic ones were also present.

Keywords: Choice of college career, factors, motivation, intrinsic, extrinsic, vocation.



INTRODUCCIÓN

La elección de carrera universitaria es la génesis de toda formación académica, la cual fusiona las oportunidades que ofrecen las instituciones académicas o la realidad nacional y a su vez se fundamenta en aspectos que son propios de las dimensiones culturales, sociales e incluso expectativas personales, familiares o de carácter económico. Escenario en el que convergen una infinidad de motivaciones intrínsecas o extrínsecas por las cuales un individuo opta por una vía que considere oportuna para desempeñarse en el futuro. Sin embargo, es justo reflexionar acerca del papel que las universidades juegan dentro de este proceso, ya que son ellas quienes deberían ser las principales interesadas en prestar atención a este proceso, debido a que es la futura comunidad académica y por lo tanto quienes ocuparán los respectivos espacios.

Este cúmulo de factores que forman parte de la problemática expuesta, dada la naturaleza del tema están estrechamente ligados con la formación del estudiante desde el enfoque de los perfiles de ingreso y egreso, ya que estos plantean en esencia los conocimientos, habilidades, capacidades y características en general para el estudiante que inicia y que egresa de dicho campo de estudio.

Lo que permite abstraer una visión más amplia de los desafíos y particularidades del estudiante de la carrera, así como la proyección del egresado, los cuales evidentemente en un escenario deseable deben coincidir con los factores que motivaron la elección de carrera.

Ahora bien, cuando existe en esencia discrepancia entre estos elementos, se plantea la raíz de muchos problemas en la formación del estudiante, tales como el estrés o el desinterés académico y por ende se puede llegar a presentar focos de deserción y repitencia; lo cual no solo se trata de un problema exclusivo del contexto educativo, sino que trasciende directamente al bienestar integral, afectando las demás esferas en las que se desenvuelve el individuo y que a su vez repercuten en una afección holística como tal.

Por lo tanto, acorde al nuevo paradigma educativo, es evidente plantear dicho problema con la finalidad de profundizar en un elemento aparentemente olvidado o el cual pasa desapercibido por considerarse no trascendental, cuando es en realidad el cimiento de la academia.

METODO

El enfoque metódico de la investigación es cuantitativo o positivista, ya que plantea el objeto de estudio delimitado y concreto desde el inicio, concibe la realidad como objetiva, se basa en la recolección de datos duros y su procesamiento se llevó a cabo a través de la medición numérica y la estadística; utilizando las técnicas de formularios y mediciones. Los datos son presentados en forma de porcentajes por medio de tablas y diagramas.

El estudio es no experimental, de tipo transversal, de subtipo descriptivo ya que su finalidad únicamente es obtener información, describir, especificar propiedades, características y perfiles del fenómeno a estudiarse.

El método estadístico fue el censo, y la población está conformada por estudiantes hombres y mujeres, de primer ingreso del Profesorado en Enseñanza Media en Pedagogía con Especialización en Comunicación y Lenguaje y de la Licenciatura en Pedagogía con Énfasis en Diseño Curricular del Centro Universitario de Occidente, correspondientes al segundo semestre secciones A, B, C, D y al Octavo semestre, del Centro Universitario de Occidente, Quetzaltenango.

Para la interpretación de los datos obtenidos se hizo uso de porcentajes, tablas y gráficas. La recolección de datos fue digital y se llevó a cabo por medio de un formulario de Google, dirigido a estudiantes. Esto debido a la urgencia sanitaria y medidas establecidas producto de la pandemia SARS COVID-19. La tabulación de los datos fue realizada por medio del programa Excel 2016, a través de sus diferentes herramientas como tablas y gráficas dinámicas, entre otras. Los datos serán presentados por medio de gráficos circulares, barras de frecuencia y tablas para facilitar la comprensión y explicación del objeto de la investigación.

RESULTADOS

Los factores que motivaron la elección de carrera profesional en los estudiantes de segundo semestre del profesorado y octavo semestre de la Licenciatura en Pedagogía fueron para el 84% habilidades intelectuales, 82% valores personales, 74% personalidad, 72% el país, 69% intereses personales, 67% realidad global, 64% aptitudes, 61% universidades, 28% familia y 14% comunidad.

Los factores motivacionales intrínsecos fueron predominantes en la elección de carrera, dentro de los cuales destacaron habilidades intelectuales con 84%, valores personales con 82%, y personalidad con 74%. Los factores extrínsecos que motivaron principalmente la elección de carrera fueron el país con 82% y la realidad global con el 67%. Los factores que motivaron principalmente la elección guardan estrecha relación con la descripción establecida para los perfiles de ingreso y egreso al Profesorado y Licenciatura, que deben tener los aspirantes y egresado de la carrera. Especialmente los relacionados a las habilidades intelectuales, valores y personalidad.

DISCUSIÓN

Como punto de referencia para tener un acercamiento general a la población que fue sujeta a este estudio, se plantea que la mayoría corresponde al género femenino con un 67%, por lo que el 32% corresponde al masculino, lo que dentro del presente contexto comúnmente suele evidenciarse. Por otra parte, la carrera preuniversitaria que los estudiantes afirmaron cursar fue con un 46% bachillerato, 36% magisterio, 11% perito y por último secretariado con 6%, lo que refleja que la orientación preuniversitaria está distribuida de manera diversa, además de mencionar que desde éste punto muchos de los estudiantes ya comienzan a perfilar su orientación vocacional, sin embargo, muchos de los estudiantes al momento de tomar ésta primera decisión no son completamente libres y conscientes, debido a que en ésta etapa de desarrollo humano, comúnmente los jóvenes aún se encuentran dentro de la potestad de los padres o encargados, por lo que no es completamente voluntaria la decisión.

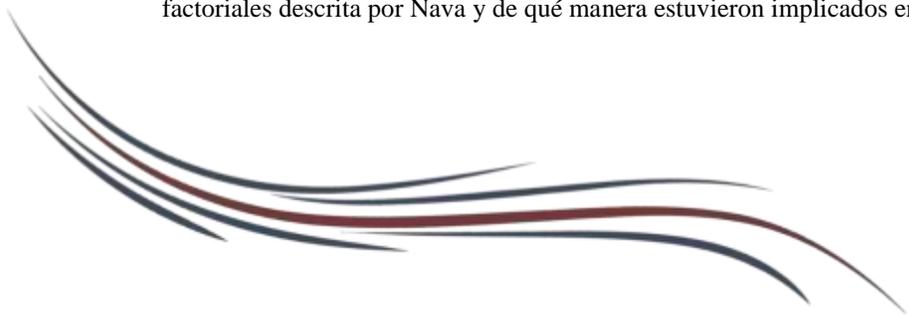
Ahora bien, la mayoría de los estudiantes plantean que son ellos mismos quienes costean sus estudios, correspondiendo al 58% de la población, el 36% por los padres, 3% algún familiar y otro 3% de manera compartida entre los padres y estudiantes. Dentro de la población el 52% firma que trabaja en la actualidad y el 47% plantea que no, de los cuales únicamente el 32% trabajan dentro del campo educativo. Aspecto sumamente interesante ya que representa que evidentemente la población está dividida entre estudiantes de tiempo completo y estudiantes trabajadores, de los cuales una parte representativa ya se encuentra laborando dentro del área educativa, lo cual plantea una relación importante sobre la inserción laboral de los aprendientes, ya que el estudio fue realizado con estudiantes de primer ingreso al Profesorado y a la Licenciatura, sin dejar de lado que más de la mitad de éstos estudiantes son ellos mismos quienes costean sus estudios, lo cual concede más libertad a la hora de su elección.

Cano (2008) al hablar sobre la elección de carrera plantea que:

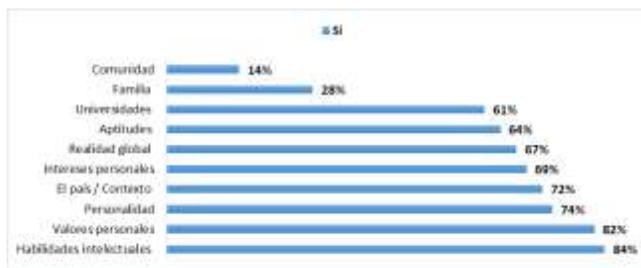
La motivación juega un papel muy importante en el nivel educativo medio superior, debido a que, si ésta llega a ser carente en el estudiante, origina como resultado apatía hacia la reflexión de sí mismo, de sus labores y habilidades sociales que requiere la elección, el desarrollo y la preparación de una carrera profesional. En consecuencia, esta ausencia genera no tener ningún motivo que le impulse a involucrarse en su formación y de esta manera se le dificulta concluir con éxito la carrera seleccionada. (p.6)

En el presente estudio el 78% del total de la población afirmaron que realizaron un proceso de reflexión consciente previo a elegir su carrera, argumentando que esta reflexión se orientó hacia cuestionarse si realmente ésta es la vocación personal, si les interesaba, si era de su agrado y por último si a través de ésta podrían contribuir de manera positiva al País.

Nava (2000) argumenta “la elección es la resultante de un acoplamiento entre las habilidades, los intereses y las oportunidades vocacionales que se le ofrecen a los individuos” (p 40), la cual plantea los elementos factoriales de comunidad, familia, universidades, aptitudes, realidad global, intereses personales, el país, la personalidad, valores y habilidades intelectuales. En la siguiente gráfica se presentan todos los factores descritos por la teoría de rasgos factoriales descrita por Nava y de qué manera estuvieron implicados en la decisión de los estudiantes,



Factores que motivaron la elección de carrera



Fuente: investigación de campo 2020

La elección de carrera por lo tanto es un espectro sustentado en diferentes factores, como bien se aprecia en la gráfica anterior, sin embargo, éstos están divididos en dos grupos, los cuales en palabras sencillas pueden delimitarse como las razones o los motivos que conducen la decisión. Esta es una división fundamentada en los tipos de motivación intrínseca y extrínseca.

Los cuales según Morris & Maisto (2005) los definen como motivación intrínseca “es el tipo de motivación proporcionada por la actividad en sí misma o el deseo de realizar una conducta que surge a partir de la misma conducta realizada” (p. 92) y la motivación extrínseca como “el tipo de motivación que se deriva de las consecuencias de la actividad, el deseo de obtener una recompensa externa o para evitar el castigo” (P. 292).

Por lo que podría decirse que la motivación intrínseca es comprendida como aquella que surge del interior del individuo y la cual se refleja al realizar actividades por auténtico interés personal y a sentir fascinación a lo que se hace; lo que en consecuencia desencadena bienestar significativo.

Ahora bien, en caso de la extrínseca se plantea que es aquella que se basa únicamente en el querer llevar a cabo una actividad con el objetivo primordial de obtener una recompensa o evitar un castigo. Por lo tanto, en el caso de elección de carrera es importante comprender que ésta no debe entenderse como una polaridad, sino más bien como un espectro, en el que pueden estar presentes factores intrínsecos y extrínsecos, los cuales de manera simultánea pueden influir en la decisión.

Valdés (2014) plantea una clasificación general de los principales factores intrínsecos, “los cuales hacen referencia a los elementos propios del individuo, y están implicados en la elección de carrera, dentro de ésta categoría se ubican los intereses, aptitudes, valores, personalidad e inteligencia” (P. 31), y por otra parte el autor antes mencionado define los factores extrínsecos como “todo aquello que forma parte del medio ambiente que rodea al ser humano” (p. 66), por lo que corresponden a la familia, la comunidad, universidades, el país y la realidad global.

Por lo tanto, según la gráfica anterior los factores intrínsecos predominantes, fueron habilidades intelectuales para el 84%, valores personales 82% y personalidad con un 74%.

Ahora bien, al realizarse la presente investigación con estudiantes de la carrera de pedagogía, quienes naturalmente son exploradores activos de éstos conceptos, en coherencia con su especialidad académica, lo reflejaron en sus respuestas, ya que dentro de los argumentos que éstos añadieron a sus respuestas, plantearon que se habían tomado en cuenta éstas habilidades ya que son la base del proceso de formación, planteando sus respuestas mucho más allá del área cognitiva, planeando algunas correspondientes al aspecto intrapersonal, como potenciadores y facilitadores del proceso de enseñanza – aprendizaje.

Por otra parte, los valores fueron un factor denotado como importante para los estudiantes, los cuales se hicieron presentes a lo largo de los argumentos de los estudiantes, planteando que debido a la naturaleza de la carrera estos son en esencia una profesión que busca principalmente ayudar a otras personas y contribuir por medio de la educación a la crisis que atraviesa el país.

Los estudiantes plantearon en reiteradas ocasiones que además de perseguir este objetivo, habían optado por esta carrera gracias a que la profesión y la identidad personal se fundían en una sola, ya que era una rama que exigía ante todo habilidades y características de un individuo humanista por excelencia, dotado de solidaridad, honestidad, empatía y compromiso para realizar un trabajo de calidad.

Lo que refleja que los estudiantes verdaderamente conocen el significado y el valor principal de la carrera de pedagogía, el cual es servir al otro como bien se argumentó en muchas respuestas, ser agentes de cambio que revolucionen la manera en que se está llevando a cabo el proceso educativo, con vistas de que a largo plazo sea algo que deje huella en el estudiante, impacte socialmente y por ende permita trascender al país.

El tercer rasgo principalmente considerado por los estudiantes fue la personalidad, el cual los estudiantes argumentaron bajo el criterio de que esta es un medio a través del que pueden canalizarse las habilidades, talentos, preferencias o identidad personal. En esencia los estudiantes plantearon que se consideran extrovertidos, que les gusta desenvolverse públicamente, convivir con otras personas, enseñar a los demás y sobre todo comentan la existencia de habilidades como la creatividad, amor reflexión, paciencia, capacidad de crítica, responsabilidad liderazgo, dominio de grupos entre otros elementos.

Para la población, es indesligable la personalidad de la carrera profesional y en gran parte algunos lo plantearon como una opción viable académica y profesionalmente en base a que su personalidad les otorgaba cierto grado de ventaja, o bien en caso contrario argumentaron que se encontraban trabajando en desarrollar esta parte de sí mismos, con el objetivo de desarrollar la personalidad que debería tener un docente.

Ahora bien, los factores extrínsecos que motivaron principalmente la elección, pese a que éstos influyeron en menor medida también se hicieron presentes, fueron el país con el 72% y la realidad global con 67%.

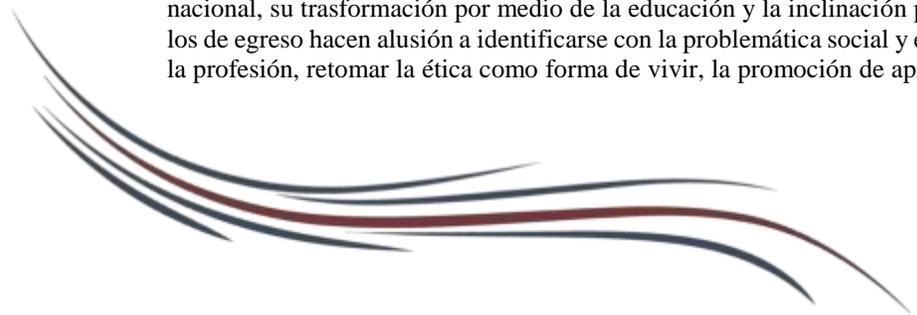
En el caso de la pedagogía considerando la relación entre el sistema educativo, sistema económico y sistema laboral. Los estudiantes describieron que ésta en esencia era la razón por la que sí habían considerado ese factor, señalando que en el área rural en la que se desenvolvían había oportunidades para desempeñar esta profesión o por otra parte que el campo laboral era realmente amplio, la que permite cierta flexibilidad para trabajar en el gobierno, instituciones y ONG, argumentando que la educación siempre es rentable.

Esto es un elemento sumamente importante ya que los estudiantes pertenecen al CUNOC, área geográfica que es conocida por ofrecer oportunidades laborales a este sector, debido a la alta tasa de instituciones educativas de todos los niveles, por lo que el contexto inmediato permite que la visión a futuro de ésta carrera se considere como viable.

Lo que es importante ya que permite evidenciar la importancia de los factores principales extrínsecos donde se triangula, el país, la realidad global y las universidades. Ahora bien, es interesante resaltar la poca relevancia que tuvo el ambiente directo o micro como lo es la familia y la comunidad en la elección, en comparación con el entorno indirecto o marco, lo cual deja en evidencia la intromisión del criterio propio, por medio de ideas o pensamientos ajenos al individuo mientras que éstos últimos plantean aspectos relacionados principalmente a las oportunidades laborales, política, comercio, servicios profesionales en general.

Es decir, ambos plantean elementos propios del ambiente en el que se desenvuelve el individuo sin embargo aquellos que persiguen la idea de trasgredir el criterio personal fueron poco considerados, contrario a los que se relacionan con el futuro profesional.

Ahora bien, para la carrera de pedagogía se establecen perfiles de ingreso y egreso tanto de nivel Profesorado como Licenciatura, en los cuales se describe un conjunto de características que los estudiantes deben tener idealmente para ingresar a la carrera, así como también una serie de elementos que ése podrá llevar a cabo al momento de egresar y convertirse en un profesional del campo pedagógico. Como elemento a destacar de a comparación entre ambos es que los perfiles de ingreso hacen énfasis en los intereses, preferencias o inclinaciones del estudiante, sobre todo los relacionados a la expresión oral y escrita, procesos de enseñanza-aprendizaje, creatividad, interés por la realidad nacional, su transformación por medio de la educación y la inclinación por la producción bibliográfica. Por otra parte, los de egreso hacen alusión a identificarse con la problemática social y educativa para contribuir con la solución desde la profesión, retomar la ética como forma de vivir, la promoción de aprendizajes integradores que le den sentido a la



vida y formación del educando, la creación de material bibliográfico y retomar perspectivas desde la complejidad, abandonando el enfoque tradicional.

Como se ha descrito los factores intrínsecos en general fueron considerados por la mayor parte de los estudiantes para motivar la elección de carrera, como lo son las habilidades intelectuales, los valores, la personalidad, los intereses personales y las aptitudes; aspectos que se encuentran implícitos dentro de los perfiles de ingreso y egreso, por lo tanto, éstos concuerdan y tienen estrecha relación entre los elementos considerados por los estudiantes y los que describe la carrera como óptimos para sus futuros aprendientes y profesionales. Por otra parte, los perfiles se centran principalmente en intereses y aptitudes. Específicamente los intereses coinciden literalmente con lo descrito en los perfiles ya que éstos plantean interés por la lectura, la expresión oral y escrita, de manera que estas cualidades le permitan la estudiante un aprendizaje placentero, lo que los estudiantes argumentaron que su elección tenía como objetivo apoyar la educación del país, la socialización y el desarrollar conocimiento correspondiente a la lectura, historia, al buen léxico y al interés auténtico por la educación.

Por otra parte las aptitudes fue un elemento planteado por el 64% de los estudiantes, argumentando que sus habilidades les permitían desenvolverse de mejor forma en el campo de la pedagogía, a través de las relaciones interpersonales, buena comunicación, comprensión lectora, adecuados hábitos de lectura, compartir conocimientos, creatividad, habilidades adecuadas para el trabajo en equipo, liderazgo, creatividad, empatía, capacidad de análisis y crítica, deseo por aprender constantemente entre otros aspectos, lo que en los perfiles se evidencia en la creación de material bibliográfico, reestructuración de planes, la promoción de aprendizajes integradores que den sentido a la formación entre otros elementos.

Por lo que, es evidente que los factores que motivaron la elección son congruentes con los perfiles de ingreso y egreso, ya que en esencia ambos coinciden con la raíz de la decisión, fundamentándose principalmente en los valores, intereses, habilidades y fuerte compromiso social por medio del que se busca transformar y apoyar la situación del país desde la educación. Asumiendo principalmente un enfoque de formación y no de instrucción tanto desde la perspectiva de estudiante como de docente, comprometiéndose además a ser un ente transformador y crítico de los procesos de aprendizaje que no vayan conforme al nuevo paradigma educativo.

Ahora bien, como parte del proceso de elección de carrera, la orientación vocacional es un tema indesligable, abordando desde distintas aristas este punto en la investigación, el 64% de los estudiantes plantea que el examen no fue determinante para su elección de carrera, debido a que su decisión estuvo fundamentada en un proceso de reflexión personal consciente, esto en coherencia del 56% de la población que afirma que el resultado de su prueba es afín a la carrera elegida. Por otra parte, se cuestionó a los estudiantes si de manera previa habían realizado un proyecto de vida a lo que respondieron que el 74% Sí lo había realizado, dentro de sus argumentos plantean que desde temprana edad plasmaron ideas a futuro relacionadas con el campo educativo.

CONCLUSIONES

- La elección de carrera para el 84% de la población fue motivada por habilidades intelectuales, 82% valores personales, 74% personalidad, 72% el país, 69% intereses personales, 67% realidad global, 64% aptitudes, 61% universidades, 28% familia y 14% comunidad.
- Los factores intrínsecos predominantes en la elección de la población fueron habilidades intelectuales, valores personales y personalidad. Lo que representa que la decisión fue fundamentada en las creencias, intereses e inclinaciones personales de los estudiantes.
- Los factores extrínsecos predominantes que motivaron la elección fue el País y la Realidad Global, lo que representa una visión en la que se consideraron las distintas aristas de la elección, tales como la inserción al campo laboral y las oportunidades profesionales, viendo más allá de las recompensas a nivel social o económico en sí mismas.
- Existe estrecha congruencia entre los factores de elección y los perfiles de ingreso y egreso, coincidiendo principalmente en habilidades intelectuales, valores y personalidad; elementos que la carrera requiere tanto de los aspirantes como de los egresados.

- La mayoría de los estudiantes argumenta que realizó un proceso de reflexión consciente previo a inscribirse en la carrera, siendo una decisión acompañada de un clima motivacional intrínseco, ya que éstos hicieron énfasis en el deseo auténtico de aprender e involucrarse en aspectos propios del área pedagógica.
- El examen de orientación vocacional en su mayoría con la elección de los estudiantes, sin embargo, no fue determinante, puesto que la decisión fue basada en el proceso de reflexión consciente, aunado a que la mayoría de los estudiantes argumentan que su vocación a lo largo del desarrollo fue algo latente, ya que desde las etapas preuniversitarias ésta se hacía presente a través de juegos infantiles, cursos y evidentemente su proyecto de vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cano Celestino, M. (2008), Motivación y Elección de Carrera. *REMO*, 5 (13), 6-9. ISSN:1665-7527.
- Nava Bolanos, G. (2000). *El imaginario en torno a la Elección de carrera*. México: Plaza y Valdés, S.A. de C, V.
- Valdés Salmerón, V. (2014). Orientación profesional: un enfoque sistémico (4a. ed.). Pearson Educación. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/rafaellandivar/titulos/37970>.
- Morris & Maisto (2005). Introducción a la psicología. (12ª. ed.). Pearson Educación.



ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE DE LAS FRACCIONES Y SU RELACIÓN CON LA VIDA COTIDIANA

Lic. José Edwin Joj Tzoy

RESUMEN

El presente estudio titulado “Estrategias de aprendizaje de las fracciones y su relación con la vida cotidiana”, tiene por objetivo describir las estrategias que propicia el docente y las que aplica el estudiante para lograr un aprendizaje y cómo relacionan con la vida cotidiana. En esta investigación se determinó que existe una estrategia más utilizada por el docente y es la repartición de frutas en la conceptualización de las fracciones, pero existe un abuso, porque se repite en el nivel primario y básico. También se logró encontrar que los estudiantes al estudiar las fracciones no usan otra estrategia que la repetición mecánica, puesto que el docente así ha instalado en ellos o tienen la percepción que es la única manera de aprender matemática.

Es una indagación de enfoque cualitativo tipo transversal y no experimental, como su tipo se aplicó la teoría fundamentada axiológica, categorizada en una tabla según cada variable trabajada. Se tuvo como sujetos a 15 estudiantes de segundo básico del Centro Educativo Ri Tinamit Kuwalsaj Rib’ Fe y Alegría No. 11 y tres docentes de diferentes especialidades.

Algunas limitaciones del estudio es la cantidad de sujetos que están integradas en la muestra, también el uso de un solo instrumento de recopilación de datos, por el contexto de pandemia que se está viviendo, esto limitó la aplicación de muchos instrumentos de estudio del fenómeno, aun así, se obtuvieron resultados que pueden aportar a otras investigaciones futuras.

Dentro de los resultados relevantes, se encontró que existe una estrategia aplicada por un docente para el aprendizaje de las fracciones, es la medición de unidad del metro y determinó que el aprendizaje de los estudiantes hombres era más rápido en comparación a las mujeres, llegando a la conclusión que entre los hombres tenían mayor conceptualización de la unidad de medida, porque era parte de su trabajo en el hogar, puesto que son hijos de agricultores, carpinteros, albañiles, entre otros. Aquí donde se puede observar que la construcción social del conocimiento está muy vinculado al contexto que rodea el estudiante.

Palabras Claves: Estrategias de aprendizaje, fracciones, vida cotidiana.

Introducción

En la presente investigación, se presenta un acercamiento a las estrategias de aprendizaje utilizadas por los docentes al abordar el tema de fracciones y su relación con la vida cotidiana, tratará de entender esas maneras de abordar el contenido matemático de las fracciones, describir las estrategias que propicia el docente y las que aplica el estudiante para lograr un aprendizaje y cómo relacionan con la vida cotidiana.

Es un estudio no experimental, con enfoque cualitativo y aplicada porque se centra en un problema en el campo educativo, teniendo como objetivos caracterizar las estrategias de aprendizaje inmersas en el proceso, tanto desde el estudiante, que es el actor principal y el docente que juega un papel fundamental en facilitar los espacios de manera estratégica para un aprendizaje significativo, entendiéndose lo significativo como fortalecer o cambiar los aprendizajes previos con los nuevos. Se hará aproximaciones del fenómeno y para eso se requiere dar pasos concretos y bien definidos las cuales son: identificar, determinar, clasificar las estrategias de aprendizaje, aunado a eso las de enseñanzas para categorizar desde las teorías formales y sustantivas.

El trabajo se realizó en el municipio de Zacualpa con estudiantes de segundo básico del instituto Fe y Alegría No. 11 de ambas jornadas, en un tiempo sincrónico porque se hizo en un solo corte de tiempo, con una muestra por voluntarios teniendo un grupo de 12 a 15 estudiantes, 3 docentes y se tomaron algunos casos particulares.

Los resultados de esta indagación, demuestran que en este contexto se mantiene una educación tradicional, porque es la única manera de que los docentes han aprendido, además el proceso de mecanización de algoritmos es una de las estrategias más utilizadas, también un tópico aplicado en varias escuelas es la partición de frutas o dibujos de frutas, éstas estrategias no la vinculan con la vida cotidiana, puesto que el proceso pedagógico se hace de manera aislada de la sociedad y las escuelas no deben ser espacios desconectada de su entorno, sino el entorno debe ser como el punto de partida en construcción del conocimiento.

Al final se hacen algunas reflexiones para tomar en cuenta y hacer los espacios el equipo docente para construir propuestas que mejoren la calidad de aprendizaje de los estudiantes en el tema de las fracciones.

Objetivo: describir las estrategias que utilizan los estudiantes de segundo básico para el aprendizaje de las fracciones y su relación con la vida cotidiana, en el Centro Educativo Ri Tinamit Kuwalsaj Rib' Fe y Alegría No. 11 de Zacualpa, Quiché.

METODOLOGÍA:

Se realizó una investigación cualitativa, para conocer la percepción de los docentes y estudiantes sobre las estrategias de aprendizaje de las fracciones y su relación con la vida cotidiana de segundo básico del Centro Educativo Ri Tinamit Kuwalsaj Rib Fe y Alegría No.11. SE utilizó el método de la Teoría fundada con guías de preguntas semiestructuradas categorizadas de manera axiológica, usando una muestra de 15 estudiantes y 3 docentes, por la pandemia no se pudo ampliar el número de sujetos, porque en el 2020 se cerraron los centros educativos.

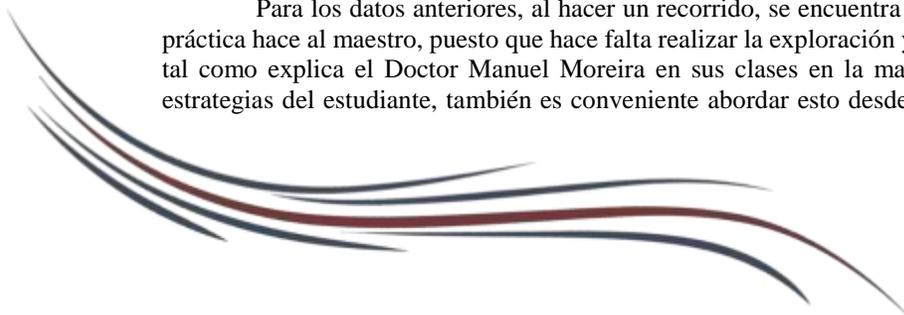
RESULTADOS

Estrategias de aprendizaje de las fracciones.

Las estrategias de aprendizaje de manera autónoma de los estudiantes de segundo básico, llama mucho la atención, que durante las entrevistas personales, mencionan el tema de la práctica de la resolución de ejercicios, puesto que se identifica claramente el proceso de aprendizaje llevado desde los años de formación, ha preponderado la repetición a través de la práctica claramente la estudiante EST1F, “mi estrategia es practicarlas hasta aprendérmelas” , ante la realidad de los resultados se puede analizar; realmente, ¿será la forma adecuada de aprender?, puesto que se inclinan a la mecanización de los contenidos matemáticos, porque es muy evidente en los jóvenes este tipo de aprendizaje, esperan aprender de los ejercicios en la resolución de laboratorios y también quieren que tengan el mismo modelo que se coloque en test como parte de la evaluación, la EST1F se manifiesta diciendo “En la evaluación el profesor pone un ejercicio totalmente diferente a lo explicado y practicado”, es evidente un patrón de intervención pedagógica de años anteriores, implica que la manera en que el docente trabaja, acondiciona a la manera de aprender del estudiante y es un rol pasivo, papel que se ha impuesto desde la educación tradicional, también se demuestra que carecen de estrategias de aprendizaje, puesto que definiendo esta palabra como un conjunto de actividades que se aplican para conseguir un objetivo RAE, (2019), si la matemática se reduce a la práctica de modelos matemáticos en una hojas con muchos ejercicios, dejando por un lado que el aprendizaje de la misma, como un proceso alegre (Riviére, 1990) y haciendo una sola actividad, pues el aprendizaje será muy poco.

Actualmente, los estudiantes se auxilian de los vídeos tutoriales que están por You Tube, es evidente sólo para aprender axiomas, operaciones, pero no pasa más allá, los actores principales en este proceso se quedan solamente en entregar una tarea para salir del paso, tal como explica la persona “Cuando no entienden, solo copian los ejercicios y entregan, como la mayoría no les gusta la matemática, hacen los ejercicios solo por compromiso”, está claro que el estudiante no está proyectando el aprendizaje. Otras estrategias aplicadas por los estudiantes son: “Pido ayuda a otros profesores, Ayuda del profesor con la enseñanza de ejercicios en el pizarrón, pidiendo ayuda a mis compañeros, “Me guío de los ejemplos que trae la guía, hago combinaciones hasta llegar al resultado, ir descubriendo los procedimientos para resolver las fracciones”, “Pido ayuda a mi abuela y tía o busco a alguien que ayude”, su visión se reduce a una nota o se aprende mientras se pasa un instrumento de evaluación sumativa.

Para los datos anteriores, al hacer un recorrido, se encuentra un patrón muy arraigado en los estudiantes, la práctica hace al maestro, puesto que hace falta realizar la exploración y con base a ello se pueda modelar matemática, tal como explica el Doctor Manuel Moreira en sus clases en la maestría en el año 2019. Más que hablar de las estrategias del estudiante, también es conveniente abordar esto desde la metodología del docente, ya que todos los



estudiantes sujetos de investigación, contestaron que aprendieron fracciones con partición de frutas, recortes de las mismas, dibujando y resolviendo ejercicios en la pizarra.

Ante lo descrito en las respuestas anteriores se evidencia que la metodología de los docentes ha sido la misma, tal es la respuesta de los docentes DOC1M “Muchos de los docentes están enseñando como aprendimos, con el famoso ejemplo del círculo y nosotros los docentes hemos sido los responsables de formar esta concepción de que la matemática es difícil, por la carencia de estrategias de abordar las fracciones” y DOC2M “Ya para las fracciones impropias, utilizaban el material de figuras o recortes, les decía a los estudiantes que formaran fracciones, cuando ya captaron con frutas, inicié con material didáctico” otras opiniones son:

“Nos enseñaron con manzanitas”, “Los maestros nos daban la fracción y nosotros partíamos la fruta”, “Los maestros nos pedían frutas, nos daban la fracción y nosotros cortábamos”, “Los docentes nos enseñaban con el método con frutas y con figuras geométricas”, “Nos enseñaron con frutas”, “Nos pedían que lleváramos frutas para partirlas en la escuela” y “Nos enseñaban con frutas, así es menos aburrido”; es evidente que aún se mantiene la misma metodología y esto condiciona el aprendizaje de los estudiantes, cuando el docente puede presentar sus clases de maneras dinámicas, las ve tan divertidas para el aprendizaje desde la concepción de él, pero el grupo de estudiantes encuentra la ciencia aburrida e insípida (Riviére, 1990), es por ello que se deben buscar mejores estrategias para abordar el tema e involucrar a los estudiantes en la exploración e iniciar a modelar matemática.

Los docentes están iniciando a dar un paso para el cambio, aplicando materiales didácticos, metodología impulsada desde el Ministerio de Educación, tal es la experiencia de DOC1M con la aplicación de la metodología Guatemáticas, con fraccionar el metro como unidad de medidas, representar el metro cuadrado con papel bond o periódico y ponerlos en grupos de trabajo “Hago equipos y coloco a los estudiantes que mejor entienden como cabeza de los grupos o como capitanes, ellos son los que me han apoyado para que otros vayan aprendiendo, porque no es el mismo el lenguaje del docente que un compañero, le explica al mismo nivel”, encuentra que el aprendizaje es más rápido en los varones en comparación a las señoritas, puesto que los varones ayudan al padre de familia en sus labores cotidianos.

El uso de la unidad de medidas del metro, pero como las señoritas no han utilizado este instrumento en sus actividades y esto es una limitante. Esta estrategia es buena para los varones, porque encuentran aplicación y el concepto de fracción está presente en las actividades, pero no se ha logrado integrar a las señoritas, ya es evidente que se está iniciando a ver la construcción social del conocimiento, porque se está trabajando aspecto del enfoque desde la Socio epistemología, pero no por completo, ya existe evidencia con los jóvenes varones desde la dimensión sociocultural, porque coloca la naturaleza social de la actividad como fuente del conocimiento por parte de los actores sociales en su entorno, sus propios conocimientos y realidades (Cantoral, Farfán, Lezama, y Martínez, 2006) citado por (Salazar y Diaz, 2019).

Aunado a esto, el DOC3M, explica que vinculó las fracciones con el área de música y llevar los tiempos de las notas, redondas $4/4$, blancas $2/4$ y la negra $1/4$, esto tuvo impacto en los estudiantes que les gusta la música, hace faltan actividades que se encaminen a lograr aprendizajes significativos.

Ya desde la experiencia del docente se encuentran algunos cambios, pero hace falta integrar a todos los estudiantes para lograr aprendizajes en todos. También identifican como una estrategia adecuada utilizar material didáctico de lo concreto a lo semi concreto, el sujeto DOC2M argumenta: “Este año, inicié a utilizar material concreto (uso de los cuadrados de manera), a raíz de la experiencia del año pasado, la mayoría ganó y todos aprendieron” al mismo tiempo el sujeto EST6M explica “Los docentes nos enseñaron con el método con frutas y con figuras geométricas” y “Utilizábamos unos cuadrados como material para el trabajo” EST2F, el uso de materiales es otra estrategia que están aplicando los docentes para lograr aprendizaje en los estudiantes, es una mediación pedagógica adecuada.

Existe un tema relevante y es necesario ponerle atención, es el aspecto emocional, muchos de los estudiantes no les gusta matemática, esto puede ser por un tabú creado desde los docentes, a través de su práctica pedagógica, contribuyen los padres de familia, puesto que los estudiantes manifiestan lo siguiente: “Me preocupó cuando intenté y no me sale, al final cuando se califica no tengo los puntos cabales, me desanima”, “Aburrido”, “Al escuchar la palabra fracción, no me trae ningún sentimiento al escuchar la fracción, a veces me produce miedo”, “Aburrido, depende, me estuvieran diciendo para aprender, es un tema algo común, si estuviera en un examen, me produciría miedo, el temor a equivocarse y la presión que va en la nota, entonces produce presión y esto dificulta en el

desempeño”, “Cuando pasábamos en la pizarra, produce el miedo a equivocarse ante los demás, pero si ya podía dominar el tema me produce alegría”, “Nervios y miedo, depende de los ejercicios, los difíciles me confunde y ya no sé qué hacer con los que más cuesta”, “Nos ponían en competencia entre grupos para resolver fracciones, esto generó nerviosismo y miedo a no hacer bien el trabajo”, “Preocupación, sobre cómo se realiza la fracción”.

Cabe resaltar que de los 15 estudiantes entrevistados 4 masculinos y 11 femeninos, sólo uno de los estudiantes manifestó preocupación, mientras que los otros tres no dijeron sus emociones, refuerza lo que el docente argumenta en la diferencia de aprendizaje entre los varones y las señoritas. De 11 señoritas 9 dijeron una frase de las emociones que genera el tema de fracciones o sentimientos en torno a las matemáticas, pero el simple de haberlo expresado es un buen indicio que hay que favorecer el aprendizaje de todos, que las actividades como estrategias docentes no esté solo enfocada a actividades que favorezca el trabajo de los hombres, puesto que en una realidad social la cultura machista que se está establecido en Zacualpa.

Por lo descrito anteriormente, se subraya fundamentalmente que la Socio epistemología mantiene una dialéctica entre la epistemología con lo social, por el otro lado está la actividad humana, que inicia con el uso de los conocimientos matemáticos sin tanta conciencia, posteriormente se irá sistematizando hasta llegar a la teorización (Cantoral, Montiel, y Reyes-Gasperini, 2015), Ahora cómo se llega, si las estrategias aplicadas obedece a una práctica social desde lo masculino, que un reto de estudiar y proponer una práctica social que abarque también a las mujeres, para que el aprendizaje sea significativa.

Es importante que describir que una de las estrategias que ayuda a mejorar el aprendizaje son las oportunidades a mejorar y sobre todo aprender, que el error sea un medio de lograr cambios y que no sea sancionable, una estudiante manifiesta “Cuando los profesores nos dan oportunidades, esto nos genera un espacio de aprendizaje”, esta idea habrá seguir apuntando, porque el verdadero rol del docente es propiciar espacios de aprendizaje y no de sancionar y valorar el esfuerzo del estudiante con una nota, también resalto algunas expresiones de miedo de los sujetos de investigación se deba al temor a perder puntos y el grado, principalmente en una evaluación.

Todo lo descrito anteriormente, se deba a una creencia que se ha arraigada en la comunidad, puesto que los estudiantes escuchan expresiones de los que están en grados superiores y aprenden todo lo que se habla en el contexto o los propios papás, comentan o se preocupan por el resultado de matemática, en la presente investigación se pudo constatar lo siguiente, que la matemática y el tema de fracciones muy difícil, entonces generalizan y ven todo lo relacionado al área todo difícil, otros creen que será otro grado lo que viene, nuevos conocimientos y el tema abordado ya no nos interesa, estos tipos de concepciones se da entre los estudiantes, lamentablemente ha sido una práctica social que puede perjudicar el proceso de aprendizaje, porque los predispone y acondiciona ante una ciencia fascinante que son las matemáticas.

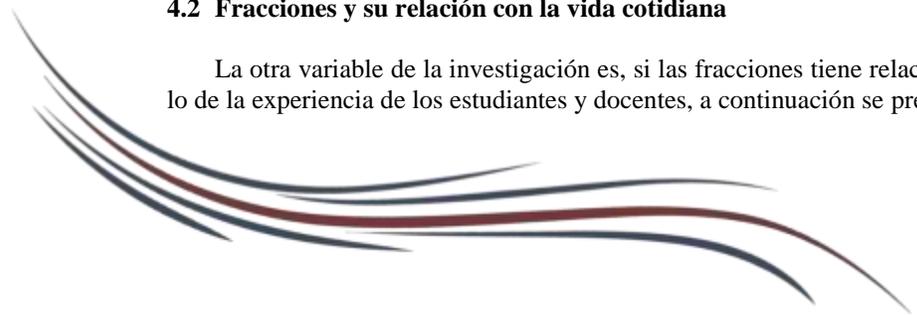
Por último, para lograr la aplicación de las estrategias de aprendizaje adecuadamente, en necesario hacer cambios en la organización tal como argumentaron los docentes en esta investigación, para la institucionalización que busca la teoría sociopistemológica, entre ellos está el tiempo, la organización desde el CNB, establece que los periodos son de 45 minutos por día y a la semana son 225 minutos, esto equivale a 3.75 horas, quitándole todas las actividades que realiza en la dinámica de los centros educativos, esto es otro factor que el proceso de aprendizaje se vea afectada, porque es insipiente para trabajar. Aquí nace una necesidad de replantear organización, tiempos de trabajo, formas de trabajar y esto le corresponde al equipo administrativo y docente, reflexionar adecuadamente y replantear estrategia para el trabajo en el área de matemática, si se quiere resultados diferentes.

En un periodo no se concreta bien una secuencia didáctica, mejor si se trabajó tiempo taller, que son más o menos tres horas seguidas, así no hay interrupción y se concretan todas las actividades planificadas.

Otro factor fundamental encontrado en este centro en particular, es el apoyo del equipo administrativo, el acompañamiento en la ejecución de los planes, el dotar a los centros educativos de materiales didácticos, formación constante para actualizar y incidir en el proceso académico en el centro educativo.

4.2 Fracciones y su relación con la vida cotidiana

La otra variable de la investigación es, si las fracciones tiene relación con la vida cotidiana; se iniciará narrando lo de la experiencia de los estudiantes y docentes, a continuación se presenta:



Los resultados de las entrevistas, los estudiantes no tienen una experiencia que indiquen que realmente hayan encontrado aplicación de las fracciones en la vida cotidiana, solo uno de ellos basó su experiencia, demostrando mucho conocimiento e hizo referencia de repartición de un ejemplo muy elaborado, relacionándolo con la repartición de terreno que hace su padre.

Los demás basan su experiencia en lo que han escuchado y lo que intuye, pero no han realizado un espacio vivencial y modelar matemática, que una práctica social genera conocimiento y aprendizaje de la misma.

Una de las aplicaciones que más se resaltó es la repartición de un pastel en una fiesta, pero falta procesos que modelen matemática y sistematizar una experiencia para que los estudiantes vean que todo conocimiento popular puede llegar a ser técnico, estas actividades se puede aprovechar adecuadamente, porque inicia con el uso del conocimiento sin tanta conciencia, pero posteriormente se puede llegar a la teorización, tal como propone la socio epistemología.

Hace falta procesos para llegar a esa conciencia, porque los resultados de los estudiantes, son solo suposiciones tales como: creo que tiene aplicación, se aplica en todo o la matemática está en todo, por una parte es una gran verdad, pero al hacer la pregunta, que coloquen ejemplos concretos de la aplicación de las fracciones, se quedan callados o en silencio buscando conectar el contenido matemático con algo que se parezca, esa expresión de que la matemática está en todo, pero si se sigue enseñando en las aulas los contenidos alejados de las prácticas sociales, entonces se seguirá creando una abismo entre la actividad escolar con la sociedad, esto es el reto y estar consciente que los conocimientos matemáticos tienen ciertos niveles de aplicación, no todos se usa de la misma manera, tal como lo categorizan en la socio epistemología, como popular, técnico y erudito, en la sociedad se debe considerar el uso de las fracciones en estos niveles. (Cantora, Reyes, y Montiel, 2014)

En este aspecto se observa una debilidad al relacionar los conocimiento con el contexto, no siempre será así, pero bajo el enfoque de la socio epistemología cobra gran importancia el conocimiento matemático como un conjunto de sabiduría humana, pero en esta realidad de Zacualpa, se trabaja alejada de la misma, porque los resultados de las entrevistas los estudiantes argumentan que las fracciones tiene relación, pero no dijeron en algo concreto, solo suponen, pero no hubo una modelación matemática, sistemática y bien fundamentada, puesto que las estrategias no los han permitido que sea así, la actividad escolar se ha encerrado en el centro educativo.

Las respuestas de los estudiantes son: las matemáticas siempre se utilizan, ejemplos que las fracciones se aplica en una tienda, creo que sí, a veces se práctica en la vida cotidiana, nos va ayudar mucho, usan los albañiles, creo que sí, poque podemos dividir cosas, también en problemas matemáticos, estas respuestas son tan elocuentes que no ha habido actividades que esté enfocado a ver las actividades humanas dentro de la sociedad, están alejado a las actividades académicas.

Esto está contra posición de la metodología del centro educativo, basado en la Educación Popular, que argumenta “que es un movimiento alternativo, frente a las prácticas educativas tradicionales, que intenta que promover una sociedad más democrática y más justa” enraizada a la educación Liberadora de Paulo Freire, basada en la práctica educativa problematizadora o concientizadora (Fe y Alegría, 2010), pero si la actividad pedagógica se realiza desconectado de la sociedad y con sistemas tradicionales, es decir, se sigue en el sistema escolar, no habrá cambios, ni mucho menos se conseguirán aprendizajes significativos.

Las fracciones y su relación con la vida cotidiana, viene a poner en juego el conocimiento que está en uso, puesto que se hace más significativo y los aprendizajes son mayormente contextualizados, pero esto va mucho más allá, porque las investigaciones bajo el corte Socio epistemológico requiere mayor comprensión y amplia visión, tal como puntualizan en el documento Socio epistemología, matemática y realidad:

La investigación de corte socio epistemológico identifica entonces prácticas diversas produciendo lo que denominamos *una descentración del objeto*. Delimita el papel que juega el escenario histórico, cultural e institucional en la actividad humana. El problema que motiva a las investigaciones puede ser la dificultad de los estudiantes para aprender algún concepto; sin embargo, estudiarlo desde la perspectiva Socio epistemológica persigue el fin de contribuir a una visión alternativa que contemple las prácticas sociales asociadas y, en esa medida, de una mirada social y cultural del saber matemático. (Cantora, Reyes, y Montiel, 2014, pp. 93)

Lo descrito anteriormente, puntualiza su objeto de estudio como problemáticas del saber, en estos estudios se recurre minuciosamente a los contextos sociales y culturales vigentes en una sociedad y en un espacio histórico, que ha constituido un saber matemático, es decir la historia, también esta teoría explora otras formas de acercarse a los fenómenos de construcción del conocimiento o sea dialectizar, tal este caso de esta investigación, estudiar las formas en que el conocimientos de las fracciones se relacione con las actividades humanas entre un tiempo, cultura o historia; al realizar las entrevistas los estudiantes tienen una visión a nivel general, pero identificar una actividad humana concreta donde se utilice las fracciones no pudieron dar, esto dice mucho sobre la relación que el docente hace con los contenidos y el contexto, sobre todo que el conocimiento que está en uso.

También los docentes, no tienen claridad del uso de las fracciones en la vida cotidiana, hablaron de manera general, que las fracciones acompaña durante toda la vida, hubo ejemplos muy fuera del contexto, sin modelación matemática, otros como estrategia de relacionar con la vida cotidiana, es en la estrategia de los presaberes, preguntar a los estudiantes, ¿en dónde se aplican las fracciones?, puesto que el que debe saber con exactitud, la aplicación de las fracciones o su relación con la vida cotidiana es el docente, en esta investigación está claro que el que facilita el aprendizaje no tiene claridad, pues más son los estudiantes que no tendrán la oportunidad de conectar su aprendizaje con el contexto.

Según los docentes, la forma de relacionar los contenidos con la vida cotidiana, es hacer preguntas a los estudiantes, en donde se aplica las fracciones, los estudiantes pueden relacionar intuitivamente, pero con certeza no podrían dar respuesta, esto quiere decir que las estrategias didácticas no ha propiciado este tipo de aprendizaje, en esta investigación se pretende dejar documentado para que se haga procesos de reflexión, así ver la construcción social del conocimiento como una alternativa de resignificar el proceso académico y que no esté muy alejado de la sociedad, no es una isla donde se desarrolle todo el proceso y al momento de pasar a la realidad, pues es algo nuevo y que todo el estudio no sirva para resolver problemas de la vida cotidiana.

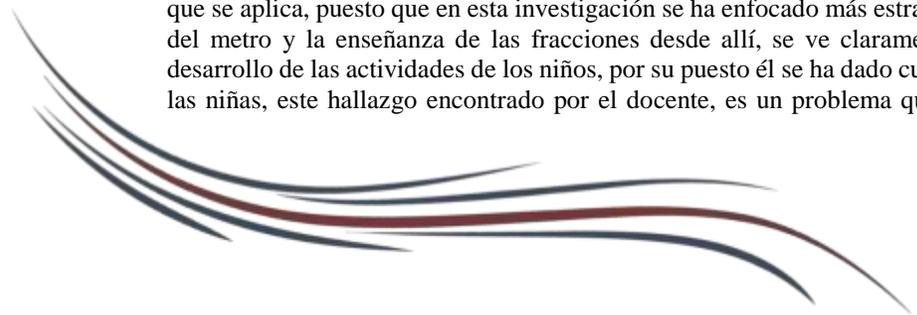
4.3 Hallazgos y comprobación de objetivos

En este apartado se presentan los hallazgos significativos de la investigación, el primero de ellos están las estrategias de intervención docente, claramente muestra el uso de un recurso didáctico recursivo que es la repartición de frutas, esta estrategia lleva mucho tiempo de aplicación en la enseñanza de las fracciones; posibilita el aprendizaje de las fracciones, es importante aplicar para un inicio, pero allí queda, luego se vuelve menos significativo al momento de subir el nivel de complejidad y de análisis que requieren las fracciones.

Ambos grupos de investigación coincidieron con las estrategias de enseñanza de los docentes, el ejemplo típico de fracciones desde la partición de frutas, ambos grupos reconocen esta parte, significa que esta estrategia didáctica está arraigada y se carece de otras formas de abordar las fracciones, por otra parte se puede dar un problema si se aborda el ejemplo de la definición de la fracción como partir una unidad en partes iguales, en la fruta al hacer la repartición no queda de todo igual, cuestión que puede confundirse los estudiantes, además si se trabajan los ejemplos de dividir la clase de 25 estudiantes en 5 partes iguales, pero en qué, por sexo, edad, estatura y más, esto solo se habla en una situación numérica, es un ejemplo que hay que estudiar, sino genera confusión en los estudiantes antes de seguir trabajando. (Hernández, Juárez, y Slisko, 2015)

Además, las estrategias docentes deben posibilitar el aprendizaje, esto es un problema de intervención pedagógica, cabe mencionar que es importante evaluar estas formas de trabajar y medir el impacto que como docente ejerce en las estrategias de aprendizaje en los estudiantes, puesto que el que acompaña debe facilitar con su práctica pedagógica, el mayor logro de aprendizaje posible. Porque las estrategias de enseñanzas como el arte de dirigir las acciones para que el conjunto de conocimiento se transfiera a otra, con una intención de transformación y crear aprendizajes significativos, para este proceso existen varias maneras que llevan al mismo fin u objetivo, las estrategias de enseñanza son procedimientos que el agente de la enseñanza utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos en los estudiantes. Díaz Barriga, (2002)

Porque la metodología del facilitador condiciona el aprendizaje de los estudiantes, además el tipo de estrategias que se aplica, puesto que en esta investigación se ha enfocado más estrategias a las actividades masculinas, con el uso del metro y la enseñanza de las fracciones desde allí, se ve claramente el docente enfoca su estrategia desde el desarrollo de las actividades de los niños, por su puesto él se ha dado cuenta que los varones aprenden más rápido que las niñas, este hallazgo encontrado por el docente, es un problema que atañe a los docentes, aquí se demuestra lo



fundamental del papel de la enseñanza adecuada a los adolescentes y existe la necesidad de detenerse un poco e identificar las causas que provocan que las matemáticas en la actualidad es un tema de mucho interés para investigadores tanto nacional como internacional, porque no se alcanzan los aprendizajes esperados.

Por la implicación de lo descrito anteriormente, esto se deba a un problema de diseño de la enseñanza, es una situación que preocupa, porque Lama hace referencia a la pobreza cultural, es decir que los procesos de enseñanzas son tan pobres que no existe proceso de resolución de problemas, poca vinculación de los contenidos matemáticos con situaciones de la vida diaria, actualmente el foco está situado en la motivación y gestión del conocimiento y que el estudiante desarrolle la capacidad de utilizar conceptos, representaciones y procedimientos matemáticos para interpretar y comprender el mundo real. Se ha convertido en comprender algoritmo y procedimientos de cálculos, o en la resolución de problemas sólo como elemento de control de lo aprendido. (Lamas, 2017).

Esta última estrategia aplicada por el docente el abordaje de las fracciones desde el uso del metro como material didáctico, encuentra mayor aprendizaje, pero se debe de reflexionar, qué otras estrategias se pueden abordar para que el recurso didáctico sea una actividad que incluyan a todos los estudiantes del salón, así lograr mayor aprendizaje en ellos y quitar todo clase de creencias que tienen hacia la matemática, los estudiantes manifestaban que se ha creado un tabú en torno a las matemáticas que son difíciles, también los docentes asumen la responsabilidad que han sido una piza clave para generar este tipo de creencias, puesto que las estrategias no ha posibilitado ver las matemáticas principalmente las fracciones como procesos dinámicos en el aprendizaje.

Con lo descrito anteriormente, tiene mucha relación la siguiente variable que es la aplicación de las fracciones en la vida cotidiana, claramente los estudiantes intuyen que tiene relación y aplicación, dieron ejemplos en una tienda, en la repartición de un terreno, en la repartición de la comida en la casa, inclusive los docentes dentro de sus aplicaciones como en la tortillas, en la repartición de grupos, con los ganados, en la música y sobre todo se aplica en todo, éste último es una generalización, como puede decir mucho o puede decir nada. Una aplicación de las fracciones concretamente, no hubo de parte de los sujetos, no visualizan la aplicación del contenido en la vida cotidiana, puesto que las estrategias docentes y la intervención pedagógica no han podido llegar más allá y se reduce a la vida estudiantil, este proceso se da nada más en contexto escolar, se deja por un lado el contexto, la construcción social del conocimiento que bajo este enfoque se asume como la interacción entre la epistemología y factores sociales (Cantoral, Covían, Lezema, Romo, 2006) citado por (Salazar y Diaz, La actividad de medir aporta significado a fracciones y razones, 2019).

La socio epistemología coloca como la naturaleza social de la actividad como fuente del conocimiento por parte de los actores sociales en su entorno, sus propios conocimientos y realidades. La socio epistemología mantiene una dialéctica entre la epistemología con lo social, por el otro está toda actividad humana, que inicia con el uso de conocimientos matemáticos sin tanta conciencia, posteriormente se irá sistematizando hasta llegar a la teorización. (Cantoral, Matemática educativa transversalidad y COVID-19, 2020)

Esto se da solamente cuando las estrategias posibilitan visualizar la importancia de las fracciones con la vida cotidiana, pero en esta investigación se describe claramente que no existe una vinculación real de las fracciones con lo cotidiano, existen nociones, pero no la certeza de la aplicación, este contenido tiene mucha aplicación real, por ejemplo el docente que relacionó con música, supo explicar claramente desde las notas musicales tienen aplicación, pero el resto solo explicaron nociones, no hay una modelación matemática que demuestre la aplicación del contenido. Por consiguiente, los procesos de enseñanzas son tan pobres que no existe proceso de resolución de problemas, poca vinculación de los contenidos matemáticos con situaciones de la vida diaria, actualmente el foco está situado en la motivación y gestión del conocimiento y que el estudiante desarrolle la capacidad de utilizar conceptos, representaciones y procedimientos matemáticos para interpretar y comprender el mundo real. Se ha convertido en comprender algoritmo y procedimientos de cálculos, o en la resolución de problemas sólo como elemento de control de lo aprendido. (Lamas, 2017)

También se pudo visualizar el afán de los docentes en trabajar los contenidos matemáticos y su preocupación para lograr un aprendizaje significativo, también la vinculación someramente con la vida cotidiana, las fracciones. Además, los estudiantes dieron su opinión, su experiencia y sentimientos acerca del fenómeno en observación, esto clarifica muchas prácticas dentro de un entorno educativo, principalmente en el área de matemática, por último, encontrar creencias de los estudiantes respecto al contenido mencionado.

Ante lo descrito anteriormente, se puede constatar que la vinculación de las fracciones a la vida cotidiana, solo se hace nociones, pero no existe profundidad respecto al uso de la matemática en la vida cotidiana, esto acondiciona la manera en que ven la matemática como algo tedioso, aburrido, difícil y que no les gusta, pero en realidad no existe profundidad en el estudio y la construcción social del conocimiento. Se puede aprovechar estas formas superficiales e inconscientes, pero con el enfoque Socio epistemológico coadyuvará a llegar a la teorización.

También se pudo comprobar los objetivos de la investigación, siendo el objetivo general de la investigación: describir las estrategias que utilizan los estudiantes de segundo básico para el aprendizaje de las fracciones y su relación con la vida cotidiana, en el Centro Educativo Ri Tinamit Kuwalsaj Rib' Fe y Alegría No. 11 de Zacualpa, Quiché.

Los objetivos específicos son:

- Identificar las estrategias que se utiliza para resolver problemas que incluyen fracciones y las formas de aprender para lograr reflexiones sobre la práctica pedagógica.
- Determinar si para los estudiantes las fracciones tienen alguna vinculación con la vida cotidiana, para que el aprendizaje sea significativo.
- Clasificar las estrategias que utilizan para resolver fracciones para orientar el proceso de aprendizaje.
- Proponer reflexiones sobre las estrategias del aprendizaje de las fracciones para que sea significativa.

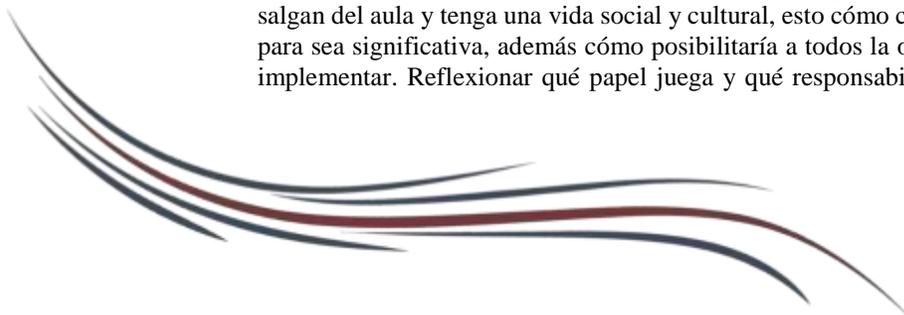
Para el primer objetivo específico, es identificar las estrategias que utilizan para resolver problemas que incluyen fracciones, en las entrevistas los estudiantes expresaron su experiencia para la resolución de las fracciones, entre ellas están: la práctica constante de los ejercicios de fracciones para aprendérselas mecánicamente, otros acudir a otro docente para aprender, de igual manera buscando vídeos tutoriales en YouTube y cuando los estudiantes no entienden, solo copian los ejercicios para entregar la tarea, porque encuentran el área de matemática muy difícil, complicado. Por otra parte, el docente aplica el ejemplo típico para enseñar fracciones que es la repartición de frutas, además aplica material didáctico, pide algunos ejemplos sin profundizar la aplicación de las fracciones en la vida cotidiana, relacionarlo con otra área, en especial con música, el uso de las guías de aprendizaje de Guatemáticas, la aplicación desde el metro.

Con las estrategias identificadas anteriormente, se puede hacer un proceso de análisis de la práctica pedagógica para determinar el impacto que tiene en el aprendizaje de los estudiantes, porque aún se ven vacíos, aún en la entrevista, los mismos docentes han caído en cuenta que existe la necesidad de hacer más estudio para poder apoyar adecuadamente a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

Claramente, los estudiantes y los docentes intuyen la relación de las fracciones con la vida cotidiana, pero no existe una modelación matemática donde ellos hayan dicho en realidad su aplicabilidad, realmente las estrategias de intervención pedagógica han sido las que no ha apropiado, además tomar en cuenta algunos problemas en torno al contenido matemático en mención en esta investigación. Por otra parte, las actividades escolares se han centrado nada más en el aula, hace falta vincular con la realidad, con la sociedad y el contenido en uso, para que el aprendizaje sea significativo.

REFLEXIONES

1. Las estrategias didácticas de los docentes en el abordaje de las fracciones hace uso de una estrategia recursiva que es la repartición de frutas, por lo que es importante hacer el análisis de la intervención pedagógica y el impacto que tiene en el aprendizaje de los estudiantes, responder a la pregunta, ¿por qué el aprendizaje de las fracciones no es significativa?, ¿qué está fallando en el proceso?, ¿Qué pasaría si se sigue implementando por mucho este recurso?, como equipo de trabajo se pueda hacer un espacio para reflexionar sobre estas preguntas y a partir de allí generar cambios significativos, para el centro educativo.
2. ¿Qué pasaría si se estudiara el contexto a profundidad?, puede ser que desde allí se encuentre espacios para la construcción social del conocimiento y proyectarse qué resultados se obtendría si las actividades escolares salgan del aula y tenga una vida social y cultural, esto cómo coadyuvaría en el aprendizaje de los estudiantes para sea significativa, además cómo posibilitaría a todos la oportunidad de aprender desde las estrategias a implementar. Reflexionar qué papel juega y qué responsabilidades del docente, tiene en estos procesos y



tenga que lograr que todos aprendan y que todos tengan los espacios para desarrollar su conocimiento en el área de matemática, pero principalmente en el aprendizaje de las fracciones.

3. Qué impacto tendría en el proceso de aprendizaje, si las autoridades se involucraran más profesionalizando al equipo docente, porque en el proceso educativo todos juegan un papel importante, el contexto es demandante, también la importancia reflexionar sobre las estrategias que se emplea, si responde a una innovación o es repetición de los aplicados en años anteriores.
4. Cómo influiría que se vea la práctica pedagógica como un espacio de investigación, encontrar y hacer el análisis de las ventajas y desventajas, reflexionar en convertir la práctica de mejora constante y sistémica. Además, qué resultados se mejoraría involucrando a la comunidad educativa en todo el proceso, porque son parte de la educación de los jóvenes.

Referencias Bibliográficas

- Cantora, R., Reyes, D., & Montiel, G. (2014). Socioepistemología, Matemática y Realidad. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 1-27.
- Cantoral, R. (15 de Abril de 2020). Matemática educativa transversalidad y COVID-19. (V. F. Ramirez, Entrevistador)
- Cantoral, R., Farfán, R., Lezama, J., & Martínez, G. (2006). Socioepistemología y representación: algunos ejemplos. *RELIME*, 1-20.
- Cantoral, R., Montiel, G., & Reyes-Gasperini, D. (2015). El programa socioepistemológico de investigación en Matemática Educativa: El caso de Latinoamérica. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa RELIME*, 1-15.
- Díaz, A., & Hernández, R. (1999). *Constructivismo y aprendizaje significativo*. México: e-uaem.
- Fe y Alegría. (2010). *Proyecto Educativo Institucional*. Guatemala: Fe y Alegría.
- Fernández, J. (2010). Neurociencia y Enseñanza de la matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, 12.
- Font, V., Planas, N., & Godino, J. (2014). Modelo para el análisis didáctico en la educación matemática. *Ruotladge*, 18.
- Fores, P. (2003). Aprendizaje en Matemáticas. *Extraído de: <http://www.ugr.es/~pflores/textos/cLASES/CAP/APRENDI.pdf>*, 9.
- García, M., & Farfán, R. (2015). Una caracterización de actitudes hacia las matemáticas en una perspectiva Socioepistemológica. *Centro de Investigación y de estudios avanzados del Instituto Politécnico (CINVESTAB)*, 10.
- Garrote, Daniel; Garrote, Cristina; Jiménez, Sara. (2016). Factores Influyentes en Motivación y Estrategias de Aprendizaje en los Alumnos de Grado. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 15.
- Hernández, L., Juárez, J., & Slisko, J. (2015). *Tendencias en la educación matemática basada en la investigación*. México: Universidad Autónoma de Puebla.
- Lamas, H. (2017). Una mirada actual al aprendizaje de las matemáticas. *Academia Peruana de Psicología*, 70.
- León, Ana ; Ospina, Liliana; Ruiz, Robinson. (2012). Tipos de aprendizaje promovidos por los profesores de matemática y ciencias naturales del sector oficial del departamento de Quindío Colombia. *Guillermo de ockham*, 16.
- Ministerio de Educación. (2010). *Curriculo Nacional Base*. Guatemala: Dirección General de Gestión de Calidad Educativa DIGECADE.
- Quintanilla, C. (2012). *La mediación de Squeak Etoys en el desarrollo del concepto de fracción: una experiencia constructorista en una escuela de Galicia*. Santiago de Compostela, Galicia, España: Universidad Santiago de Compostela.
- Salazar, M., & Dias, L. (2019). La actividad de medir aporta significado a fracciones y razones. *El Programa Interdisciplinario para el Desarrollo Profesional Docente en Matemáticas (PIDPDM)*, 1-10.

Demografía y Serología de vitamina D, en pacientes geriátricos post-covid.

Área Suroccidente

Sandra Concepción de León López
msccunocpspostgradoscunzac.edu.gt
<https://orcid.org/0000-0003-1490-2649>

Elie Alberto de León Natareno
elieneurology28@posgradocunzac.edu.gt
<https://orcid.org/0000-0001-6409-7225>

Filiación institucional de los autores

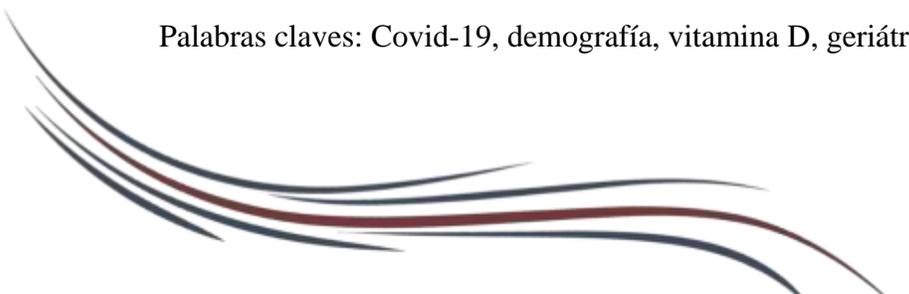
Maestría en neurociencias con énfasis en neurocognición
Universidad San Carlos de Guatemala

Resumen

OBJETIVO: caracterizar demográfica y serológicamente a pacientes geriátricos, de vitamina D, post-covid, que asistieron a la Clínica y laboratorio INTERMEDIC. S.A Quetzaltenango. **MÉTODO:** se realizó un estudio Tipo correlacional, con un censo de la población geriátrica que asistieron del 1 de enero al 31 de marzo 2022 a la clínica Intermedic. S.A. Quetzaltenango. **RESULTADOS:** se concluyó que no existe asociación o correlación entre la caracterización demográfica y los niveles de vitamina D. Utilizando para el análisis estadístico el Proceso de la ji cuadrada. Se observó que un número considerable de pacientes se encontraban deficientes o insuficientes en relación con los niveles séricos de vitamina D (23 individuos), situación que pudiera implicar mayor susceptibilidad a enfermar debido a las múltiples funciones de la misma, sobre todo en la respuesta inmunológica **CONCLUSIÓN:** la deficiencia y la insuficiencia de la misma oscila entre el 7.50 y 4.50 % pacientes geriátricos en la zona de suroccidente.

Palabras claves

Palabras claves: Covid-19, demografía, vitamina D, geriátrico, incidencia



OBJECTIVE: to characterize demographically and serologically geriatric, vitamin D, post-covid patients who attended the Intermedic Clinic and laboratory. S.A. Quetzaltenango. **METHOD:** a correlational type of study was carried out, with a census of the geriatric population that attended the Intermedic clinic from January 1 to March 31, 2022. S.A. Quetzaltenango. **RESULTS:** it was concluded that there is no association or correlation between demographic characterization and vitamin D levels. Using the chi-square process for statistical analysis. It was observed that a considerable number of patients were deficient or insufficient in relation to serum levels of vitamin D (23 individuals), a situation that could imply greater susceptibility to illness due to its multiple functions, especially in the immune response. **CONCLUSION:** the deficiency and insufficiency of it ranges between 7.50 and 4.50% geriatric patients in the southwestern area.

Keywords: Covid-19, demographics, vitamin D, geriatric, incidence

Introducción

La pandemia por el virus covid-19 a partir de diciembre 2019, en una provincia de China, Wuham, capital de la provincia de Hubei, causada por un virus, del grupo de coronavirus que causan enfermedades que van desde el resfriado común hasta procesos infecciosos más graves como neumonía, síndrome respiratorio de Oriente medio o MERS, y síndrome respiratorio agudo grave o SARS. El 11 de marzo del 2020 fue declarada por la OMS como pandemia. Al inicio un proceso infeccioso con manifestaciones respiratorias muy obvios, se pensó al inicio que afectaba a personas con comorbilidad preexistente de enfermedades diana y que afectaría a personas en grupos extremos, entendiéndose niños y adultos mayores. De acuerdo con la evolución de la misma, la investigación de la fisiopatología, patología y hallazgos desde múltiples puntos de vista de la ciencia médica se empezó a comprender más de los efectos del virus y sus complicaciones a nivel multisistémico.

Dentro de los hallazgos que tomaron importancia fue la asociación aparente de algunas oligoelementos y vitaminas en la mayor susceptibilidad y riesgo de complicaciones de mayor gravedad.

Dentro de ellas la vitamina D, una vitamina liposoluble, específicamente dos formas, colecalciferol o D3 y ergocalciferol o D2, la primera de ella producida en la piel a partir del colesterol (7-

deshidrocolesterol) por mediación de la luz solar y la segunda a partir del ergosterol en plantas, hongos y levaduras, que es una vía exógena. Ambas son inactivas, que al momento de absorberse son sometidos a procesos metabólicos que producen metabolitos funcionales a diversos niveles. Una de sus funciones relativamente descritas en forma cercana es su función en la respuesta inmunológica, endocrina, ósea, neuromuscular, vascular y cerebral, al observar receptores múltiples a todo nivel, de ahí la relación creciente en pacientes que han desarrollado mayores complicaciones al ser infectados por el virus COVID-19.

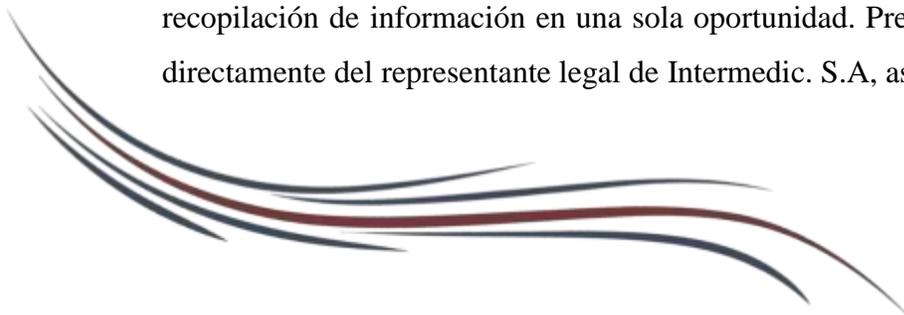
Los grupos etarios en ambos extremos de edad, niños y adultos mayores ha sido un blanco de estudios actualmente, por dicha situación y riesgo mayor, se han descrito las deficiencias de vitaminas y entre estas la vitamina D.

Se han observado que grupos poblacionales en ciertas latitudes cuyas exposiciones a la luz UV o ciertas dietas mantienen niveles deficientes de vitamina D, actualmente hay pocos estudios en Guatemala que determinen demográficamente el comportamiento de dichos niveles, el sur occidente y noroccidente no es la excepción, y su posible relación con mayor susceptibilidad a infecciones como la producida por el coronavirus COVID-19.

La caracterización demográfica puede tener algún grado de incidencia en los niveles serológicos de vitamina D en pacientes geriátricos, además que hayan sufrido la infección por COVID-19, por lo que fueron sometidos a estudio 50 personas de diferentes latitudes del occidente del país, pos infección, midiendo los diferentes niveles séricos, dentro de un periodo de tres meses, enero a marzo del año 2022 en una institución privada, ya que en instituciones gubernamentales no cuentan con la infraestructura para poder cuantificar los niveles.

Materiales y métodos

La clasificación científica de la investigación cuantitativa, no experimental correlacional transaccional y sincrónica hace referencia a la medición de cantidades de la población y recopilación de información en una sola oportunidad. Presentando el consentimiento informado directamente del representante legal de Intermedic. S.A, así como del médico tratante para contar



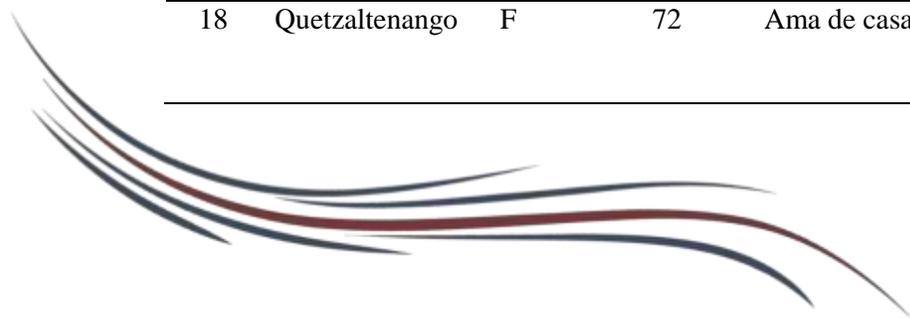
con el acceso a la ficha clínica, respetando los principios de confidencialidad, Se tomó un censo de los pacientes geriátricos que visitaron la clínica y el laboratorio post covid, se utilizó la investigación cuantitativa, no experimental correlacional, basada en la estadística no paramétrica y correlacional, por el tipo de estudio se utilizó el un censo 50 pacientes que cuentan diagnóstico de covid-19. Para la comprobación de la hipótesis se evidenció con la Ji cuadrada calculada. Dentro de las técnicas utilizadas: fue la prueba serológica de vitamina D y ficha clínica médica.

Resultados

Tabla 1. Características sociodemográficas según perfil individual de paciente estudio.

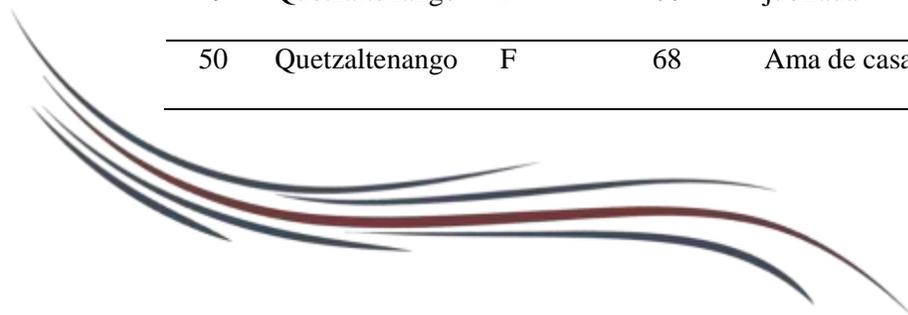
| No. | Procedencia | Género | Edad | Ocupación | Estado civil | Enfermedades |
|-----|----------------|--------|------|---------------------|--------------|---|
| 1 | Totonicapán | M | 60 | Abogado | casado | Neuropatía periférica Proceso metabólico asociado a beber alcohol |
| 2 | Quetzaltenango | F | 62 | Ama de casa | casada | Neuropatía Mixta compresiva metabólica Ansiedad Deficiencia de Vitamina D |
| 3 | San Pedro | F | 68 | Ama de casa | casada | Neuropatía periférica Deficiencia de Vitamina D |
| 4 | Quetzaltenango | M | 60 | Agricultor | soltero | SDE Metabólico Insuficiencia de Vitamina D |
| 5 | Sibilia | M | 78 | Piloto/ retirado | casado | Insuficiencia Renal Estado congestivo Deficiencia de Vitamina D |
| 6 | Olintepeque | F | 64 | Ama de casa | casada | Neuropatía Periférica Diabetes Mellitus Insuficiencia Cardiaca Deficiencia de Vitamina D |

| | | | | | | |
|----|---------------------|---|----|-------------|---------|--|
| 7 | La Mesilla | F | 63 | Ama de casa | casada | Síndrome metabólico Tiroiditis autoinmune Insuficiencia de vitamina D |
| 8 | La Mesilla | M | 68 | Comerciante | Casado | Cefalea tensional Deficiencia de vitamina D Dislipidemia mixta |
| 9 | La Democracia | M | 62 | Comerciante | casado | Hipertensión arterial Ansiedad Dispepsia Funcional Dislipidemia |
| 10 | La Democracia | F | 59 | Comerciante | soltera | Hipotiroidismo Hipertrigliceridemia Deficiencia de Vitamina D |
| 11 | La Democracia | F | 66 | Comerciante | casada | Neuropatía periférica Hipertensión arterial Deficiencia de Vitamina D |
| 12 | Tacaná San marcos | F | 59 | Ama de casa | casada | Dislipidemia mixta Insuficiencia de vitamina D |
| 13 | Quetzaltenango | M | 62 | comerciante | casado | Neumonía Post covid Fibrosis pulmonar secundaria Síndrome metabólico Obesidad mórbida |
| 14 | Quetzaltenango | F | 61 | Ama de casa | casado | Bronquitis |
| 15 | Huehuetenango | F | 62 | Ama de casa | casada | Diabetes mellitus |
| 16 | Tumbador San Marcos | M | 63 | Jubilado | casado | Dispepsia funcional Infección por Helicobacter pylori Deficiencia de Vitamina D |
| 17 | Tejutla | F | 65 | Ama de casa | casada | Dislipidemia Mixta |
| 18 | Quetzaltenango | F | 72 | Ama de casa | viuda | Deterioro cognitivo leve Colitis ulcerativa |



| | | | | | | |
|----|---------------------------|---|----|-------------|---------|--|
| | | | | | | hipotiroidismo |
| 19 | Retalhuleu | F | 82 | Ama de casa | viuda | Glaucoma Síndrome de seno enfermo Hipertensión arterial Arritmias supraventriculares |
| 20 | Momostenango | F | 89 | Ama de casa | Viuda | Cirrosis hepática Fibrosis pulmonar post covid |
| 21 | Quetzaltenango | F | 75 | Ama de casa | casada | Bocio tiroideo Deficiencia de Vitamina D |
| 22 | San Antonio San Marcos | F | 64 | Maestra | casada | Neuropatía periférica Hipertensión arterial Deficiencia de Vitamina D |
| 23 | Ayutla | M | 72 | comerciante | casado | Diabetes Hipertensión Deterioro cognitivo Deficiencia de Vitamina D |
| 24 | Quetzaltenango | F | 61 | Profesora | soltera | Deficiencia de vitamina D |
| 25 | San Carlos Sija | F | 76 | Ama de casa | viuda | Hipotiroidismo Dispepsia funcional |
| 26 | San pablo san marcos | F | 73 | Ama de casa | casada | Diabetes mellitus Neuropatía periférica Insuficiencia de vitamina D |
| 27 | La Mesilla | F | 61 | comerciante | casada | Dispepsia funcional Hipertrigliceride- mia |
| 28 | La democracia | M | 69 | comerciante | unido | Diabetes mellitus Síndrome metabólico |
| 29 | La Democracia | F | 68 | comerciante | casada | Artritis |
| 30 | Quetzaltenango | F | 65 | jubilada | casada | Diabetes mellitus Dispepsia funcional |
| 31 | San Bartolo | M | 64 | agricultor | casado | Neuropatía Aguda |
| 32 | San Francisco el Alto | M | 63 | comerciante | casado | Dispepsia funcional |

| | | | | | | |
|----|---------------------|---|----|-------------|----------|---|
| | | | | | | Toxicidad de vitamina D |
| 33 | Totonicapán | M | 84 | jubilado | casado | Diabetes Hipertensión |
| 34 | Huehuetenango | M | 82 | jubilado | casado | Deterioro cognitivo leve |
| 35 | Quetzaltenango | M | 63 | Jubilado | Casado | Insuficiencia de Vitamina D Hipotiroidismo Depresión leve |
| 36 | Huehuetenango | F | 79 | Ama de casa | casada | Diabetes mellitus |
| 37 | Quetzaltenango | F | 87 | jubilada | | Deterioro cognitivo leve Insuficiencia de vitamina D |
| 38 | Totonicapán | M | 85 | comerciante | viudo | Neuropatía Periférica Insuficiencia vitamina D |
| 39 | Huehuetenango | F | 60 | Ama de casa | soltera | Sordera de nacimiento Síndrome Metabólico |
| 40 | Coatepeque | F | 83 | jubilada | viuda | Deterioro cognitivo leve Insuficiencia de vitamina D |
| 41 | Quetzaltenango | F | 77 | Ama de casa | separada | Hipertensión |
| 42 | Quetzaltenango | M | 60 | comerciante | casado | Deficiencia de vitamina D |
| 43 | Quetzaltenango | M | 59 | Abogado | Casado | Deficiencia de vitamina D |
| 44 | Quetzaltenango | F | 60 | jubilada | casada | Ansiedad Deficiencia de vitamina D |
| 45 | Guatemala | M | 79 | Mecánico | viudo | Dispepsia |
| 46 | San Marcos | M | 82 | Agricultor | casado | Deterioro cognitivo leve |
| 47 | Totonicapán | F | 66 | Profesora | casada | Hipotiroidismo Hipertensión |
| 48 | Catarina San Marcos | M | 60 | Agricultor | Unido | Deficiencia de Vitamina D |
| 49 | Quetzaltenango | F | 66 | jubilada | casada | Neuropatía periférica |
| 50 | Quetzaltenango | F | 68 | Ama de casa | separada | Diabetes mellitus Insuficiencia renal |



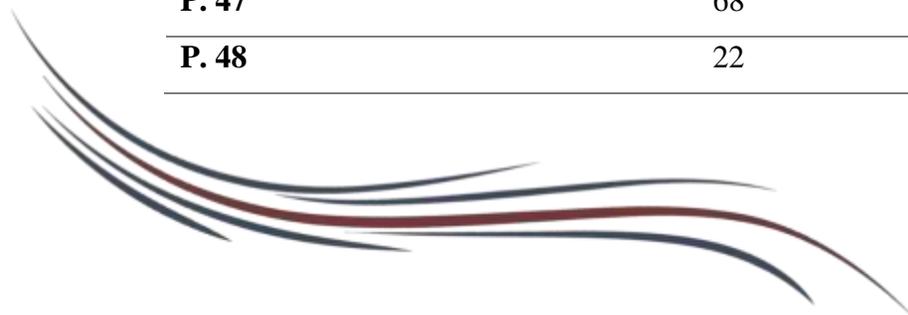
Fuente: elaboración propia con base a la boleta de recolección de los datos.

Esta tabla muestra las características sociodemográficas del estudio “Caracterización demográfica y serológica de vitamina D, en pacientes geriátricos post-covid en el laboratorio INTERMEDIC S.A. Quetzaltenango”. Por tanto, se procede a la obtención de los datos reflejando un perfil individualizado donde se identificaron códigos, lugar de procedencia, género, edad, profesión, estado civil y las enfermedades asociadas.

Tabla 2 Estratificación de los valores serológicos de vitamina D por perfil individual de paciente estudio.

| Número de registro | Resultado ng/mL | Estratificación |
|---------------------------|------------------------|------------------------|
| P. 1 | 71.3 | Suficiente |
| P. 2 | 19.4 | Deficiente |
| P. 3 | 15.3 | Deficiente |
| P. 4 | 24 | Insuficiente |
| P. 5 | 20.5 | Deficiente |
| P. 6 | 19.2 | Deficiente |
| P. 7 | 21.9 | Insuficiente |
| P. 8 | 21.02 | Deficiente |
| P. 9 | 37.4 | Suficiente |
| P. 10 | 21 | Deficiente |
| P. 11 | 23.1 | Deficiente |
| P. 12 | 15.96 | Insuficiente |
| P.13 | 33.82 | Suficiente |
| P. 14 | 33.82 | Suficiente |
| P. 15 | 33.8 | Suficiente |
| P. 16 | 20.1 | Deficiente |
| P. 17 | 30.7 | Suficiente |
| P. 18 | 54 | Suficiente |

| | | |
|--------------|-------|--------------|
| P. 19 | 42.8 | Suficiente |
| P. 20 | 35.65 | Suficiente |
| P. 21 | 28.3 | Deficiente |
| P. 22 | 26.4 | Deficiente |
| P. 23 | 25.1 | Deficiente |
| P. 24 | 39.5 | Suficiente |
| P. 25 | 31.5 | Suficiente |
| P. 26 | 17 | Insuficiente |
| P. 27 | 44.1 | Suficiente |
| P. 28 | 62.1 | Suficiente |
| P. 29 | 64.8 | Suficiente |
| P. 30 | 67.1 | Suficiente |
| P. 31 | 38.87 | Suficiente |
| P. 32 | 100 | Toxicidad |
| P. 33 | 39.6 | Suficiente |
| P. 34 | 20.2 | Insuficiente |
| P. 35 | 68.1 | Suficiente |
| P. 36 | 63.8 | Suficiente |
| P. 37 | 25 | Insuficiente |
| P. 38 | 20 | Insuficiente |
| P. 39 | 37 | Suficiente |
| P. 40 | 16 | Insuficiente |
| P. 41 | 62 | Suficiente |
| P. 42 | 22 | Deficiente |
| P. 43 | 25 | Deficiente |
| P. 44 | 22 | Deficiente |
| P. 45 | 65 | Suficiente |
| P. 46 | 66 | Suficiente |
| P. 47 | 68 | Suficiente |
| P. 48 | 22 | deficiente |



| | | |
|--------------|-------|------------|
| P. 49 | 70.00 | suficiente |
| P. 50 | 40.01 | suficiente |

Fuente: elaboración propia con base a boleta de recolección de los datos

Se visualiza el número de pacientes que visitaron INTERMEDIC. S.A. de enero al marzo del año 2022, post covid, se caracterizan demográficamente y con las enfermedades diagnosticadas por el Médico tratante, siendo la incidencia más del departamento de Quetzaltenango que integra varios municipios, se evidencia de la misma manera las patologías diagnosticadas, la frecuencia en cuanto a género es el femenino, oscilando en 30 mujeres, dentro de las enfermedades se encuentran con un número alto diabetes mellitus y neuropatías,

Tabla 3 Lugar de Procedencia relacionada con valores de Vitamina D

| | | Serología | | | |
|---------------------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| | | Suficiente | Deficiente | Insuficiente | Toxicidad |
| Departamento | Totonicapán | 7 | 0 | 1 | 1 |
| | Quetzaltenango | 10 | 7 | 3 | 0 |
| | San Marcos | 2 | 5 | 2 | 0 |
| | Huehuetenango | 6 | 3 | 2 | 0 |
| | Retalhuleu | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Guatemala | 1 | 0 | 0 | 0 |

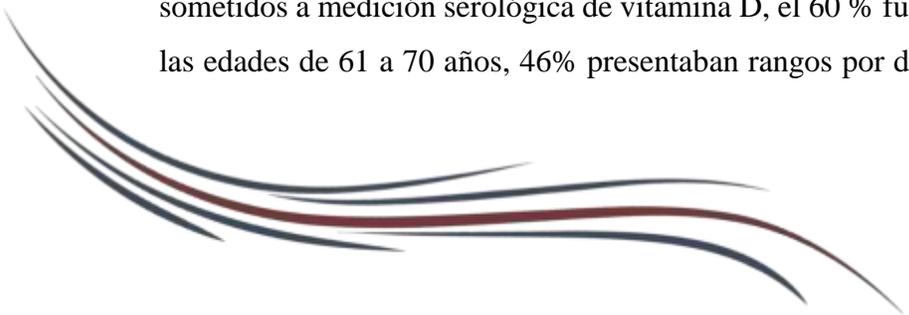
Fuente: elaboración propia con base a la boleta de recolección de datos.

Se especifica la correlación del lugar de procedencia y los valores serologicos, analizando los resultados obtenidos los pacientes procedentes de Quetzaltenango, Totonicapán, Huehuetenango presentan valores suficientes de vitamina D y a la vez deficiencia e insuficiencia, sin evidencia de toxicidad, a diferencia de San Marcos que presenta 7 pacientes con valores con deficiencia, siendo departamentos del área de suroccidente con una temperatura más fria, lo que indica que demograficamente el clima no incide en los niveles de vitamina D.

DISCUSIÓN

En la zona suroccidente la población geriátrica posee un alto grado de vulnerabilidad en presentar suficiencia, insuficiencia y deficiencia de vitamina D, sin embargo, no existe un alto número de estudios que determinen estas evidencias. La vitamina D y sus múltiples mecanismos de acción en los múltiples receptores en casi todo el organismo sopesa la forma actual que dicha sustancia no solo interviene en el mecanismo de osteogénesis y regulación ósea, si no lo hace modulando el sistema endocrinológico, inmunológico e incluyendo el cerebro. Observando al inicio empíricamente y bajo el incesante complejo de la búsqueda de alternativas, se ve que algunos pacientes que desarrollan la enfermedad en forma leve podrían tener valores serológicos de esta vitamina entre rangos normales o supraópticos.

En Guatemala la población de adultos mayores es uno de los grupos vulnerables a la deficiencia de vitamina D, y a padecer de los síndromes geriátricos, existen pocos estudios sobre la prevalencia de este déficit en la población general de adultos mayores de nuestro entorno. Un estudio realizado en México en septiembre del 2019 (Herrera Vásquez, A. et al. 2019), sobre la deficiencia de vitamina D en adultos mayores con fractura de cadera, afirma que la insuficiencia de esta vitamina aumenta la prevalencia de fracturas, y esto puede aumentar la incidencia de grandes síndromes geriátricos y en este estudio realizado en Zacapa, Guatemala se encontró grandes síndromes geriátricos como fragilidad 94%, sarcopenia 91%, demencias 82%, dependencia moderada a grave 75% y polifarmacia 42%. Otro estudio sobre el déficit de vitamina D en una cohorte de mayores de 65 años: prevalencia y asociación con factores sociodemográficos y de salud, realizado en España (Mateo Pascual, C. et al. 2014) concerniendo los cambios estacionales climáticos, en Zacapa Guatemala no se observan estos cambios y sin embargo se observó la insuficiencia de Vitamina D, leve 13%, moderada 60% y grave en 27%. Por la falta de exposición al sol y la baja ingesta de esta vitamina y las enfermedades asociadas, entre otras. En este estudio se encontró que el grupo etario más afectado por la insuficiencia de vitamina D, son las personas mayores de 70-79 años con un 47%, y es importante notar que el género femenino es el más afectado con un 56%. El presente artículo analiza que en un grupo de 50 individuos adultos mayores que fueron sometidos a medición serológica de vitamina D, el 60 % fueron mujeres, la mayoría se situó entre las edades de 61 a 70 años, 46% presentaban rangos por debajo de lo normal ya sea deficiente o



insuficientemente. De acuerdo con la aplicación de la ji cuadrada se logra establecer que no existe relación comprobable con las características demográficas de los pacientes estudiados.

Agradecimientos

A INTERMEDIC S. A, Quetzaltenango por la apertura y acceso de forma ética a la información, convirtiéndose en una institución pionera en la investigación.

Referencias

Bonanad, Clara, et al. (2020), Coronavirus: la emergencia geriátrica del 2020. Documento conjunto de la sección de cardiología geriátrica de la sociedad española de cardiología y la sociedad española de geriatría y gerontología / Rev Esp Cardiol.;73(7):569-576. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.recesp.2020.03.027>

Herrera Vasquez, A, et al. (2019). Deficiencia vitamina D en adultos mayores con fractura de cadera. Med Int Mex.;35(5):669-675

Huenchuan Sandra. (2020) COVID-19: Recomendaciones generales para la atención a personas mayores desde una perspectiva de derechos humanos. (LC/MEX/TS.2020/6/Rev.1) Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL),2020

Mateo Pascual, C. et al. (2014). Déficit de vitamina D en una cohorte de mayores de 65 años: prevalencia y asociación con factores sociodemográficos y de salud / Rev Esp Geriatría Gerontol.;49(5):210-216. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.regg.201311.004>

Perez Castrillon, JL. et al, (2020) COVID-19 y vitamina D. Documento de posición de la Sociedad Española de Investigación Osea y del Metabolismo Mineral (SEIOMM) / Rev osteoporos Metab Miner. ;12(4):155-159 DOI: <http://dx.doi.org/10.4321/S1889-836X2020000400009>

Sobre los autores

Grupo de investigadores de la maestría en Neurociencias con énfasis en neurocognición, tienen una especialización en Neurodesarrollo y realizan investigación científica formando equipos multidisciplinarios.

Declaración de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses, que puedan haber influido en los resultados obtenidos o las interpretaciones propuestas.

Declaración de consentimiento informado

El estudio se realizó respetando el Código de ética y buenas prácticas editoriales de publicación.



ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE DE LAS FRACCIONES Y SU RELACIÓN CON LA VIDA COTIDIANA

Lic. José Edwin Joj Tzoy
Didáctica de la Matemática

Número de Registro Académico: 201990393

CORREO ELECTRONICO: jojtzoyjoseedwin@gmail.com

Resumen:

El presente estudio titulado “Estrategias de aprendizaje de las fracciones y su relación con la vida cotidiana”, tiene por objetivo describir las estrategias que propicia el docente y las que aplica el estudiante para lograr un aprendizaje y cómo relacionan con la vida cotidiana. En esta investigación se determinó que existe una estrategia más utilizada por el docente y es la repartición de frutas en la conceptualización de las fracciones, pero existe un abuso, porque se repite en el nivel primario y básico. También se logró encontrar que los estudiantes al estudiar las fracciones no usan otra estrategia que la repetición mecánica, puesto que el docente así ha instalado en ellos o tienen la percepción que es la única manera de aprender matemática.

Es una indagación de enfoque cualitativo tipo transversal y no experimental, como su tipo se aplicó la teoría fundamentada axiológica, categorizada en una tabla según cada variable trabajada. Se tuvo como sujetos a 15 estudiantes de segundo básico del Centro Educativo Ri Tinamit Kuwalsaj Rib’ Fe y Alegría No. 11 y tres docentes de diferentes especialidades.

Algunas limitaciones del estudio es la cantidad de sujetos que están integradas en la muestra, también el uso de un solo instrumento de recopilación de datos, por el contexto de pandemia que se está viviendo, esto limitó la aplicación de muchos instrumentos de estudio del fenómeno, aun así, se obtuvieron resultados que pueden aportar a otras investigaciones futuras.

Dentro de los resultados relevantes, se encontró que existe una estrategia aplicada por un docente para el aprendizaje de las fracciones, es la medición de unidad del metro y determinó que el aprendizaje de los estudiantes hombres era más rápido en comparación a las mujeres, llegando a la conclusión que entre los hombres tenían mayor conceptualización de la unidad de medida, porque era parte de su trabajo en el hogar, puesto que son hijos de agricultores, carpinteros, albañiles, entre otros. Aquí donde se puede observar que la construcción social del conocimiento está muy vinculado al contexto que rodea el estudiante.

Palabras Claves: Estrategias de aprendizaje, fracciones, vida cotidiana.

Introducción

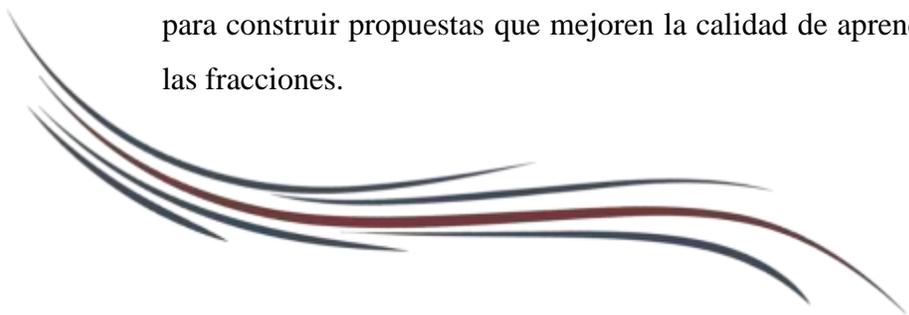
En la presente investigación, se presenta un acercamiento a las estrategias de aprendizaje utilizadas por los docentes al abordar el tema de fracciones y su relación con la vida cotidiana, tratará de entender esas maneras de abordar el contenido matemático de las fracciones, describir las estrategias que propicia el docente y las que aplica el estudiante para lograr un aprendizaje y cómo relacionan con la vida cotidiana.

Es un estudio no experimental, con enfoque cualitativo y aplicada porque se centra en un problema en el campo educativo, teniendo como objetivos caracterizar las estrategias de aprendizaje inmersas en el proceso, tanto desde el estudiante, que es el actor principal y el docente que juega un papel fundamental en facilitar los espacios de manera estratégica para un aprendizaje significativo, entiéndase lo significativo como fortalecer o cambiar los aprendizajes previos con los nuevos. Se hará aproximaciones del fenómeno y para eso se requiere dar pasos concretos y bien definidos las cuales son: identificar, determinar, clasificar las estrategias de aprendizaje, aunado a eso las de enseñanzas para categorizar desde las teorías formales y sustantivas.

El trabajo se realizó en el municipio de Zacualpa con estudiantes de segundo básico del instituto Fe y Alegría No. 11 de ambas jornadas, en un tiempo sincrónico porque se hizo en un solo corte de tiempo, con una muestra por voluntarios teniendo un grupo de 12 a 15 estudiantes, 3 docentes y se tomaron algunos casos particulares.

Los resultados de esta indagación, demuestran que en este contexto se mantiene una educación tradicional, porque es la única manera de que los docentes han aprendido, además el proceso de mecanización de algoritmos es una de las estrategias más utilizadas, también un tópico aplicado en varias escuelas es la partición de frutas o dibujos de frutas, éstas estrategias no la vinculan con la vida cotidiana, puesto que el proceso pedagógico se hace de manera aislada de la sociedad y las escuelas no deben ser espacios desconectada de su entorno, sino el entorno debe ser como el punto de partida en construcción del conocimiento.

Al final se hacen algunas reflexiones para tomar en cuenta y hacer los espacios el equipo docente para construir propuestas que mejoren la calidad de aprendizaje de los estudiantes en el tema de las fracciones.



Objetivo: describir las estrategias que utilizan los estudiantes de segundo básico para el aprendizaje de las fracciones y su relación con la vida cotidiana, en el Centro Educativo Ri Tinamit Kuwalsaj Rib' Fe y Alegría No. 11 de Zacualpa, Quiché.

METODOLOGÍA:

Se realizó una investigación cualitativa, para conocer la percepción de los docentes y estudiantes sobre las estrategias de aprendizaje de las fracciones y su relación con la vida cotidiana de segundo básico del Centro Educativo Ri Tinamit Kuwalsaj Rib Fe y Alegría No.11. SE utilizó el método de la Teoría fundada con guías de preguntas semiestructurados categorizadas de manera axiológica, usando una muestra de 15 estudiantes y 3 docentes, por la pandemia no se pudo ampliar el número de sujetos, porque en el 2020 se cerraron los centros educativos.

RESULTADOS

Estrategias de aprendizaje de las fracciones.

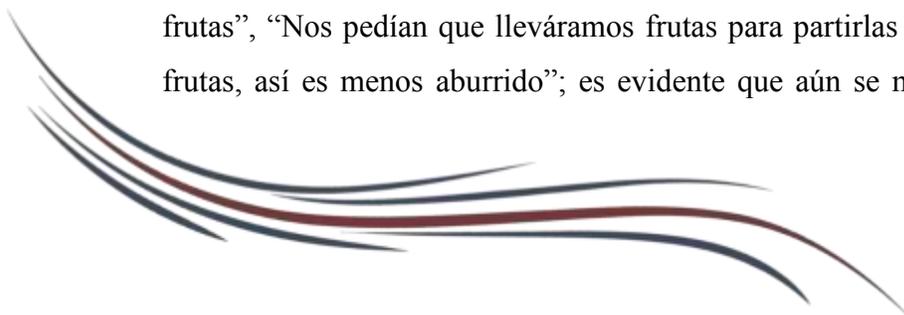
Las estrategias de aprendizaje de manera autónoma de los estudiantes de segundo básico, llama mucho la atención, que durante las entrevistas personales, mencionan el tema de la práctica de la resolución de ejercicios, puesto que se identifica claramente el proceso de aprendizaje llevado desde los años de formación, ha preponderado la repetición a través de la práctica claramente la estudiante EST1F, “mi estrategia es practicarlas hasta aprendérmelas” , ante la realidad de los resultados se puede analizar; realmente, ¿será la forma adecuada de aprender?, puesto que se inclinan a la mecanización de los contenidos matemáticos, porque es muy evidente en los jóvenes este tipo de aprendizaje, esperan aprender de los ejercicios en la resolución de laboratorios y también quieren que tengan el mismo modelo que se coloque en test como parte de la evaluación, la EST1F se manifiesta diciendo “En la evaluación el profesor pone un ejercicio totalmente diferente a lo explicado y practicado”, es evidente un patrón de intervención pedagógica de años anteriores, implica que la manera en que el docente trabaja, acondiciona a la manera de aprender del estudiante y es un rol pasivo, papel que se ha impuesto desde la educación tradicional, también se demuestra que carecen de estrategias de aprendizaje, puesto que definiendo esta palabra como un conjunto de actividades que se aplican para conseguir un objetivo RAE, (2019), si la matemática se reduce a la práctica de modelos matemáticos en una hojas con muchos ejercicios, dejando por un lado que el aprendizaje de la misma, como un proceso alegre (Riviére, 1990) y haciendo una sola actividad, pues el aprendizaje será muy poco.

Actualmente, los estudiantes se auxilian de los vídeos tutoriales que están por You Tube, es evidente sólo para aprender axiomas, operaciones, pero no pasa más allá, los actores principales en este proceso se quedan solamente en entregar una tarea para salir del paso, tal como explica la persona “Cuando no entienden, solo copian los ejercicios y entregan, como la mayoría no les gusta la matemática, hacen los ejercicios solo por compromiso”, está claro que el estudiante no está proyectando el aprendizaje. Otras estrategias aplicadas por los estudiantes son: “Pido ayuda a otros profesores, Ayuda del profesor con la enseñanza de ejercicios en el pizarrón, pidiendo ayuda a mis compañeros, “Me guío de los ejemplos que trae la guía, hago combinaciones hasta llegar al resultado, ir descubriendo los procedimientos para resolver las fracciones”, “Pido ayuda a mi abuela y tía o busco a alguien que ayude”, su visión se reduce a una nota o se aprende mientras se pasa un instrumento de evaluación sumativa.

Para los datos anteriores, al hacer un recorrido, se encuentra un patrón muy arraigado en los estudiantes, la práctica hace al maestro, puesto que hace falta realizar la exploración y con base a ello se pueda modelar matemática, tal como explica el Doctor Manuel Moreira en sus clases en la maestría en el año 2019. Más que hablar de las estrategias del estudiante, también es conveniente abordar esto desde la metodología del docente, ya que todos los estudiantes sujetos de investigación, contestaron que aprendieron fracciones con partición de frutas, recortes de las mismas, dibujando y resolviendo ejercicios en la pizarra.

Ante lo descrito en las respuestas anteriores se evidencia que la metodología de los docentes ha sido la misma, tal es la respuesta de los docentes DOC1M “Muchos de los docentes están enseñando como aprendimos, con el famoso ejemplo del círculo y nosotros los docentes hemos sido los responsables de formar esta concepción de que la matemática es difícil, por la carencia de estrategias de abordar las fracciones” y DOCM2 “Ya para las fracciones impropias, utilizaban el material de figuras o recortes, les decía a los estudiantes que formaran fracciones, cuando ya captaron con frutas, inicié con material didáctico” otras opiniones son:

“Nos enseñaron con manzanitas” , “Los maestros nos daban la fracción y nosotros partíamos la fruta” , “Los maestros nos pedían frutas, nos daban la fracción y nosotros cortábamos”, “Los docentes nos enseñaban con el método con frutas y con figuras geométricas”, “Nos enseñaron con frutas”, “Nos pedían que lleváramos frutas para partirlas en la escuela” y “Nos enseñaban con frutas, así es menos aburrido”; es evidente que aún se mantiene la misma metodología y esto



acondiciona el aprendizaje de los estudiantes, cuando el docente puede presentar sus clases de maneras dinámicas, las ve tan divertida para el aprendizaje desde la concepción de él, pero el grupo de estudiantes encuentra la ciencia aburrida e insípida (Riviére, 1990), es por ello que se deben buscar mejores estrategias para abordar el tema e involucrar a los estudiantes en la exploración e iniciar a modelar matemática.

Los docentes están iniciando a dar un paso para el cambio, aplicando materiales didácticos, metodología impulsada desde el Ministerio de Educación, tal es la experiencia de DOC1M con la aplicación de la metodología Guatemáticas, con fraccionar el metro como unidad de medidas, representar el metro cuadrado con papel bond o periódico y ponerlos en grupos de trabajo “Hago equipos y coloco a los estudiantes que mejor entienden como cabeza de los grupos o como capitanes, ellos son los que me han apoyado para que otros vayan aprendiendo, porque no es el mismo el lenguaje del docente que un compañero, le explica al mismo nivel”, encuentra que el aprendizaje es más rápido en los varones en comparación a las señoritas, puesto que los varones ayudan al padre de familia en sus labores cotidianos.

El uso de la unidad de medidas del metro, pero como las señoritas no han utilizado este instrumento en sus actividades y esto es una limitante. Esta estrategia es buena para los varones, porque encuentran aplicación y el concepto de fracción está presente en las actividades, pero no se ha logrado integrar a las señoritas, ya es evidente que se está iniciando a ver la construcción social del conocimiento, porque se está trabajando aspecto del enfoque desde la Socioepistemología, pero no por completo, ya existe evidencia con los jóvenes varones desde la dimensión sociocultural, porque coloca la naturaleza social de la actividad como fuente del conocimiento por parte de los actores sociales en su entorno, sus propios conocimientos y realidades (Cantoral, Farfán, Lezama, y Martínez, 2006) citado por (Salazar y Dias, 2019).

Aunado a esto, el DOC3M, explica que vinculó las fracciones con el área de música y llevar los tiempo de las notas, redondas $4/4$, blanca $2/4$ y la negra $1/4$, esto tuvo impacto en los estudiantes que les gusta la música, hace faltan actividades que se encaminen a lograr aprendizajes significativos.

Ya desde la experiencia del docente se encuentran algunos cambios, pero hace falta integrar a todos los estudiantes para lograr aprendizajes en todos. También identifican como una estrategia adecuada utilizar material didáctico de lo concreto a lo semi concreto, el sujeto DOC2M

argumenta: “Este año, inicié a utilizar material concreto (uso de los cuadrados de manera), a raíz de la experiencia del año pasado, la mayoría ganó y todos aprendieron” al mismo tiempo el sujeto EST6M explica “Los docentes nos enseñaron con el método con frutas y con figuras geométricas” y “Utilizabamos unos cuadrados como material para el trabajo” EST2F, el uso de materiales es otra estrategia que están aplicando los docentes para lagrar aprendizaje en los estudiantes, es una mediación pedagógica adecuada.

Existe un tema relevante y es necesario ponerle atención, es el aspecto emocional, muchos de los estudiantes no les gusta matemática, esto puede ser por un tabú creado desde los docentes, a través de su práctica pedagógica, contribuyen los padres de familia, puesto que los estudiantes manifiestan lo siguiente: “Me preocupo cuando intento y no me sale, al final cuando se califica no tengo los puntos cabales, me desanima”, “Aburrido”, “Al escuchar la palabra fracción, no me trae ningún sentimiento al escuchar la fracción, a veces me produce miedo” , “Aburrido, depende, me estuvieran diciendo para aprender, es un tema algo común, si estuviera en un examen, me produciría miedo, el temor a equivocarse y la presión que va en la nota, entonces produce presión y esto dificulta en el desempeño”, “Cuando pasábamos en la pizarra, produce el miedo a equivocarse ante los demás, pero si ya podía dominar el tema me produce alegría”, “Nervios y miedo, depende de los ejercicios, los difíciles me confunde y ya no sé qué hacer con los que más cuesta”, “Nos ponían en competencia entre grupos para resolver fracciones, esto generó nerviosismo y miedo a no hacer bien el trabajo”, “Preocupación, sobre cómo se realiza la fracción”.

Cabe resaltar que de los 15 estudiantes entrevistados 4 masculinos y 11 femeninos, sólo uno de los estudiantes manifestó preocupación, mientras que los otros tres no dijeron sus emociones, refuerza lo que el docente argumenta en la diferencia de aprendizaje entre los varones y las señoritas. De 11 señoritas 9 dijeron una frase de las emociones que genera el tema de fracciones o sentimientos en torno a las matemáticas, pero el simple de haberlo expresado es un buen indicio que hay que favorecer el aprendizaje de todos, que las actividades como estrategias docentes no esté solo enfocada a actividades que favorezca el trabajo de los hombres, puesto que en una realidad social la cultura machista que se está establecido en Zacualpa.



Por lo descrito anteriormente, se subraya fundamentalmente que la Socioepistemología mantiene una dialéctica entre la epistemología con lo social, por el otro lado está la actividad humana, que inicia con el uso de los conocimientos matemáticos sin tanta conciencia, posteriormente se irá sistematizando hasta llegar a la teorización (Cantoral, Montiel, y Reyes-Gasperini, 2015), Ahora cómo se llega, si las estrategias aplicadas obedece a una práctica social desde lo masculino, que un reto de estudiar y proponer una práctica social que abarque también a las mujeres, para que el aprendizaje sea significativa.

Es importante que describir que una de las estrategias que ayuda a mejorar el aprendizaje son las oportunidades a mejorar y sobre todo aprender, que el error sea un medio de lograr cambios y que no sea sancionable, una estudiante manfiesta “Cuando los profesores nos dan oportunidades, esto nos genera un espacio de aprendizaje”, esta idea habrá seguir apuntando, porque el verdadero rol del docente es propiciar espacios de aprendizaje y no de sancionar y valorar el esfuerzo del estudiante con una nota, también resalto algunas expresiones de miedo de los sujetos de investigación se deba al temor a perder puntos y el grado, prinicipalmente en una evaluación.

Todo lo descrito anteriormente, se deba auna creencia que se ha arraigada en la comunidad, puesto que los estudiantes escuchan expresiones de los que están en grados superiores y aprenden todo lo que se habla en el contexto o los propios papás, comentan o se preocupan por el resultado de matemática, en la presente investigación se pudo constatar los siguiente, que la matemática y el tema de fracciones muy difícil, entoces generalizan y ven todo lo relacionado al área todo difícil, otros creen que será otro grado lo que viene, nuevos conocimientos y el tema abordado ya no nos interesa, estos tipos de concepciones se da entre los estudiantes, lamentablemente ha sido una práctica social que puede perjudicar el proceso de aprendizaje, porque los predispone y acondiciona ante una ciencia fasinante que son las matemáticas.

Por último, para lograr la aplicación de las estrategias de aprendizaje adecuadamente, en necesario hacer cambios en la organización tal como argumentaron los docentes en esta investigación, para la insitucionalización que busca la teoría sociepistemológica, entre ellos está el tiempo, la organización desde el CNB, establece que los periodos son de 45 minutos por día y a la semana son 225 minutos, esto equivale a 3.75 horas, quitandole todas las actividades que realiza en la dinámica de los centros educativos, esto es otro factor que el proceso de aprendizaje se vea

afectada, porque es insuficiente para trabajar. Aquí nace una necesidad de replantear organización, tiempos de trabajo, formas de trabajar y esto le corresponde al equipo administrativo y docente, reflexionar adecuadamente y replantear estrategia para el trabajo en el área de matemática, si se quiere resultados diferentes.

En un periodo no se concreta bien una secuencia didáctica, mejor si se trabajo tiempo taller, que son má o menos tres horas seguidas, así no hay interrupción y se concretan todas las actividades planificadas.

Otro factor fundamental encontrado en este centro en particular, es el apoyo del equipo adminstrativo, el acompañamiento en la ejecución de los planes, el dotar a los centros educativos de materiales didácticos, formación constante para actualizar y incidir en el proces académico en el centro educativo.

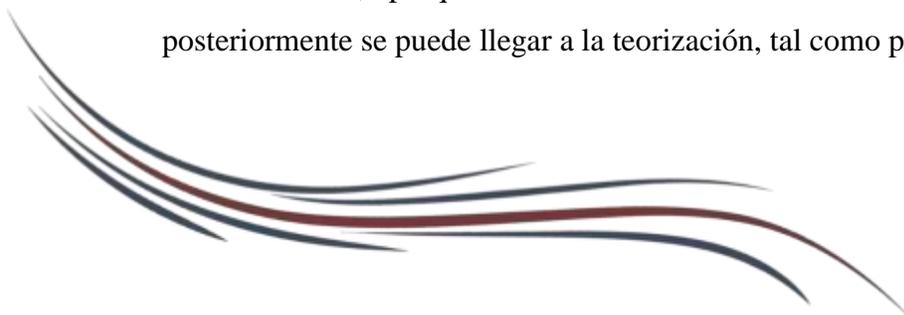
4.4 Fracciones y su relación con la vida cotidiana

La otra variable de la investigación es, si las fracciones tiene relación con la vida cotidiana; se iniciará narrando lo de la experiencia de los estudiantes y docentes, a continuación se presnta:

Los resultados de las entrevistas, los estudiantes no tienen una experiencia que indiquen que realmente hayan encontrado aplicación de las fracciones en la vida cotidian, solo uno de ellos basó su experiencia, demostrando mucho conocimiento e hizo referencia de repartición de un ejemplo muy elaborado, relacionandolo con la repartición de terreno que hace su padre.

Los demás basan su experiencia en lo que han escuchado y lo que intuye, pero no han realizado un espacio vivencial y modelar matemática, que una práctica social genera conocimiento y aprendizaje de la misma.

Una de las aplicaciones que más se resaltó es la repartición de un pastel en una fiesta, pero falta procesos que modelen matemática y sistematizar una experiencia para que los estudiantes vean que todo conocimiento popular puede llegar a ser técnico, estas actividades se puede aprovechar adecuadamente, porque inicia con el uso del conocimiento sin tanta conciencia, pero posteriormente se puede llegar a la teorización, tal como propone la sociepistemología.



Hace falta procesos para llegar a esa conciencia, porque los resultados de los estudiantes, son solo suposiciones tales como: creo que tiene aplicación, se aplica en todo o la matemática está en todo, por una parte es una gran verdad, pero al hacer la pregunta, que coloquen ejemplos concretos de la aplicación de las fracciones, se quedan callados o en silencio buscando conectar el contenido matemático con algo que se parezca, esa expresión de que la matemática está en todo, pero si se sigue enseñando en las aulas los contenidos alejados de las prácticas sociales, entonces se seguirá creando una abismo entre la actividad escolar con la sociedad, esto es el reto y estar consciente que los conocimientos matemáticos tienen ciertos niveles de aplicación, no todos se usa de la misma manera, tal como lo categorizan en la socioepistemología, como popular, técnico y herudito, en la sociedad se debe considerar el uso de las fracciones en estos niveles. (Cantora, Reyes, y Montiel, 2014)

En este aspecto se observa una debilidad al relacionar los conocimiento con el cotenxto, no siempre será así, pero bajo el enfoque de la socioepistemolgia cobra gran importancia el conocimiento matemático como un conjunto de sabiduría humana, pero en esta realidad de Zacualpa, se trabaja alejada de la misma, porque los resultados de las entrevistas los estudianteste argumentan que las fracciones tiene relación, pero no dijeron en algo concreto, solo suponen, pero no hubo una modelación matemática, sistemática y bien fundamentada, puesto que las estrategias no los han permitido que sea así, la actividad escolar se ha encerrado en el centro educativo.

La respuestas de los estudiantes, son: las matemáticas siempre se utilizan, ejemplos que las fracciones se aplica en una tienda, creo que sí, aveces se práctica en la vida cotidiana, nos va ayudar mucho, usan los albañiles, creo que sí, poque podemos dividir cosas, también en problemas matemáticos, estas respuestas son tan elocuentes que no ha habido actividades que esté enfocado a ver las actividades humanas dentro de la sociedad, están alejado a las actividades académicas.

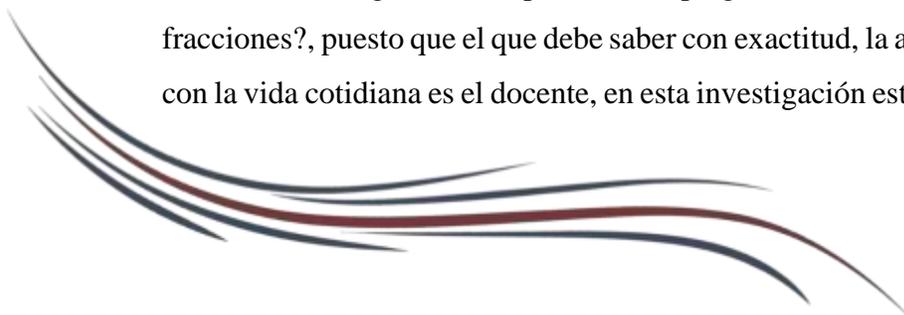
Esto está contra posición de la metodología del centro educativo, basado en la Educación Popular, que argumenta “que es un movimiento alternativo, frente a las prácticas educativas tradicionales, que intenta que promover una sociedad mas democrática y más justa” enraizada a la educación Liberadora de Paulo Freire, basada en la práctica educativa problematizadora o concientizadora (Fe y Alegría, 2010), pero si la actividad pedagógica se realiza desconectado de la sociedad y con sistemas tradicionales, es decir, se sigue en el sistema escolar, no habrá cambios, ni mucho menos se conseguiran aprendizajes significativos.

Las fracciones y su relación con la vida cotidiana, viene a poner en juego el conocimiento que está en uso, puesto que se hace más significativo y los aprendizajes son mayormente contextualizados, pero esto va mucho más allá, porque las investigaciones bajo el corte Socioepistemológico requiere mayor comprensión y amplia visión, tal como puntualizan en el documento Sociepistemología, matemática y realidad:

La investigación de corte socioepistemológico identifica entonces prácticas diversas produciendo lo que denominamos *una descentración del objeto*. Delimita el papel que juega el escenario histórico, cultural e institucional en la actividad humana. El problema que motiva a las investigaciones puede ser la dificultad de los estudiantes para aprender algún concepto; sin embargo, estudiarlo desde la perspectiva Socioepistemológica persigue el fin de contribuir a una visión alternativa que contemple las prácticas sociales asociadas y, en esa medida, de una mirada social y cultural del saber matemático. (Cantora, Reyes, y Montiel, 2014, pp 93)

Lo descrito anteriormente, puntualiza su objeto de estudio como problemáticas del saber, en estos estudios se recurre minuciosamente a los contextos sociales y culturales vigentes en una sociedad y en un espacio histórico, que ha constituido un saber matemático, es decir la historizar, también esta teoría explora otras formas de acercarse a los fenómenos de construcción del conocimiento o sea dialectizar, tal este caso de esta investigación, estudiar las formas en que el conocimiento de las fracciones se relacione con las actividades humanas entre un tiempo, cultura o historia; al realizar las entrevistas los estudiantes tienen una visión a nivel general, pero identificar una actividad humana concreta donde se utilice las fracciones no pudieron dar, esto dice mucho sobre la relación que el docente hace con los contenidos y el contexto, sobre todo que el conocimiento que está en uso.

También los docentes, no tienen claridad del uso de las fracciones en la vida cotidiana, hablaron de manera general, que las fracciones acompaña durante toda la vida, hubo ejemplos muy fuera del contexto, sin modelación matemática, otros como estrategia de relacionar con la vida cotidiana, es en la estrategia de los presaberes, preguntar a los estudiantes, ¿en donde se aplican las fracciones?, puesto que el que debe saber con exactitud, la aplicación de las fracciones o su relación con la vida cotidiana es el docente, en esta investigación está claro que el que facilita el aprendizaje



no tiene claridad, pues más son los estudiantes que no tendrán la oportunidad de conectar su aprendizaje con el contexto.

Según los docentes, la forma de relacionar los contenidos con la vida cotidiana, es hacer preguntas a los estudiantes, en donde se aplica las fracciones, los estudiantes pueden relacionar intuitivamente, pero con certeza no podrían dar respuesta, esto quiere decir que las estrategias didácticas no ha propiciado este tipo de aprendizaje, en esta investigación se pretende dejar documentado para que se haga procesos de reflexión, así ver la construcción social del conocimiento como una alternativa de resignificar el proceso académico y que no esté muy alejado de la sociedad, no es una isla donde se desarrolle todo el proceso y al momento de pasar a la realidad, pues es algo nuevo y que todo el estudio no sirva para resolver problemas de la vida cotidiana.

4.5 Hallazgos y comprobación de objetivos

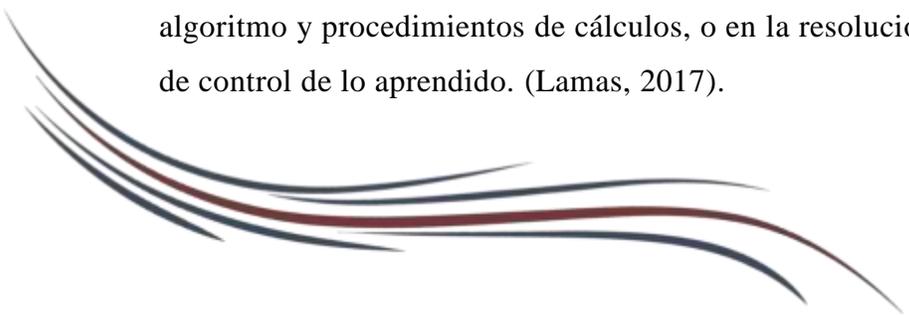
En este apartado se presentan los hallazgos significativos de la investigación, el primero de ellos están las estrategias de intervención docente, claramente muestra el uso de un recurso didáctico recursivo que es la repartición de frutas, esta estrategia lleva mucho tiempo de aplicación en la enseñanza de las fracciones; posibilita el aprendizaje de las fracciones, es importante aplicar para un inicio, pero allí queda, luego se vuelve menos significativo al momento de subir el nivel de complejidad y de análisis que requieren las fracciones.

Ambos grupos de investigación coincidieron con las estrategias de enseñanza de los docentes, el ejemplo típico de fracciones desde la partición de frutas, ambos grupos reconocen esta parte, significa que esta estrategia didáctica está arraigada y se carece de otras formas de abordar las fracciones, por otra parte se puede dar un problema si se aborda el ejemplo de la definición de la fracción como partir una unidad en partes iguales, en la fruta al hacer la repartición no queda de todo igual, cuestión que puede confundirse los estudiantes, además si se trabajan los ejemplos de dividir la clase de 25 estudiantes en 5 partes iguales, pero en qué, por sexo, edad, estatura y más, esto solo se habla en una situación numérica, es un ejemplo que hay que estudiar, sino genera confusión en los estudiantes antes de seguir trabajando. (Hernández, Juárez, y Slisko, 2015)

Además, las estrategias docentes deben posibilitar el aprendizaje, esto es un problema de intervención pedagógica, cabe mencionar que es importante evaluar estas formas de trabajar y medir el impacto que como docente ejerce en las estrategias de aprendizaje en los estudiantes, puesto que el que acompaña debe facilitar con su práctica pedagógica, el mayor logro de aprendizaje posible. Porque las estrategias de enseñanzas como el arte de dirigir las acciones para que el conjunto de conocimiento se transfiera a otra, con una intención de transformación y crear aprendizajes significativos, para este proceso existen varias maneras que llevan al mismo fin u objetivo, las estrategias de enseñanza son procedimientos que el agente de la enseñanza utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos en los estudiantes. Díaz Barriga, (2002)

Porque la metodología del facilitador condiciona el aprendizaje de los estudiantes, además el tipo de estrategias que se aplica, puesto que en esta investigación se ha enfocado más estrategias a las actividades masculinas, con el uso del metro y la enseñanza de las fracciones desde allí, se ve claramente el docente enfoca su estrategia desde el desarrollo de las actividades de los niños, por su puesto él se ha dado cuenta que los varones aprenden más rápido que las niñas, este hallazgo encontrado por el docente, es un problema que atañe a los docentes, aquí se demuestra lo fundamental del papel de la enseñanza adecuada a los adolescentes y existe la necesidad de detenerse un poco e identificar las causas que provocan que las matemáticas en la actualidad es un tema de mucho interés para investigadores tanto nacional como internacional, porque no se alcanzan los aprendizajes esperados.

Por la implicación de lo descrito anteriormente, esto se deba a un problema de diseño de la enseñanza, es una situación que preocupa, porque Lama hace referencia a la pobreza cultural, es decir que los procesos de enseñanzas son tan pobres que no existe proceso de resolución de problemas, poca vinculación de los contenidos matemáticos con situaciones de la vida diaria, actualmente el foco está situado en la motivación y gestión del conocimiento y que el estudiante desarrolle la capacidad de utilizar conceptos, representaciones y procedimientos matemáticos para interpretar y comprender el mundo real. Se ha convertido en comprender algoritmo y procedimientos de cálculos, o en la resolución de problemas sólo como elemento de control de lo aprendido. (Lamas, 2017).



Esta última estrategia aplicada por el docente el abordaje de las fracciones desde el uso del metro como material didáctico, encuentra mayor aprendizaje, pero se debe de reflexionar, qué otras estrategias se pueden abordar para que el recurso didáctico sea una actividad que incluyan a todos los estudiantes del salón, así lograr mayor aprendizaje en ellos y quitar todo clase de creencias que tienen hacia la matemática, los estudiantes manifestaban que se ha creado un tabú en torno a las matemáticas que son difíciles, también los docentes asumen la responsabilidad que han sido una piza clave para generar este tipo de creencias, puesto que las estrategias no ha posibilitado ver las matemáticas principalmente las fracciones como procesos dinámicos en el aprendizaje.

Con lo descrito anteriormente, tiene mucha relación la siguiente variable que es la aplicación de las fracciones en la vida cotidiana, claramente los estudiantes intuyen que tiene relación y aplicación, dieron ejemplos en una tienda, en la repartición de un terreno, en la repartición de la comida en la casa, inclusive los docentes dentro de sus aplicaciones como en la tortillas, en la repartición de grupos, con los ganados, en la música y sobre todo se aplica en todo, éste último es una generalización, como puede decir mucho o puede decir nada. Una aplicación de las fracciones concretamente, no hubo de parte de los sujetos, no visualizan la aplicación del contenido en la vida cotidiana, puesto que las estrategias docentes y la intervención pedagógica no han podido llegar más allá y se reduce a la vida estudiantil, este proceso se da nada más en contexto escolar, se deja por un lado el contexto, la construcción social del conocimiento que bajo este enfoque se asume como la interacción entre la epistemología y factores sociales (Cantoral, Covían, Lezema, Romo, 2006) citado por (Salazar y Dias, La actividad de medir aporta significado a fracciones y razones, 2019).

La socioepistemología coloca como la naturaleza social de la actividad como fuente del conocimiento por parte de los actores sociales en su entorno, sus propios conocimientos y realidades. La socioepistemología mantiene una dialéctica entre la epistemología con lo social, por el otro está toda actividad humana, que inicia con el uso de conocimientos matemáticos sin tanta conciencia, posteriormente se irá sistematizando hasta llegar a la teorización. (Cantoral, 2020)

Esto se da solamente cuando las estrategias posibilitan visualizar la importancia de las fracciones con la vida cotidiana, pero en esta investigación se describe claramente que no existe una vinculación real de las fracciones con lo cotidiano, existen nociones, pero no la certeza de la aplicación, este contenido tiene mucha aplicación real, por ejemplo el docente que relacionó con música, supo explicar claramente desde las notas musicales tienen aplicación, pero el resto solo explicaron nociones, no hay una modelación matemática que demuestre la aplicación del contenido. Por consiguiente, los procesos de enseñanzas son tan pobres que no existe proceso de resolución de problemas, poca vinculación de los contenidos matemáticos con situaciones de la vida diaria, actualmente el foco está situado en la motivación y gestión del conocimiento y que el estudiante desarrolle la capacidad de utilizar conceptos, representaciones y procedimientos matemáticos para interpretar y comprender el mundo real. Se ha convertido en comprender algoritmo y procedimientos de cálculos, o en la resolución de problemas sólo como elemento de control de lo aprendido. (Lamas, 2017)

También se pudo visualizar el afán de los docentes en trabajar los contenidos matemáticos y su preocupación para lograr un aprendizaje significativo, también la vinculación someramente con la vida cotidiana, las fracciones. Además, los estudiantes dieron su opinión, su experiencia y sentimientos acerca del fenómeno en observación, esto clarifica muchas prácticas dentro de un entorno educativo, principalmente en el área de matemática, por último, encontrar creencias de los estudiantes respecto al contenido mencionado.

Ante lo descrito anteriormente, se puede constatar que la vinculación de las fracciones a la vida cotidiana, solo se hace nociones, pero no existe profundidad respecto al uso de la matemática en la vida cotidiana, esto acondiciona la manera en que ven la matemática como algo tedioso, aburrido, difícil y que no les gusta, pero en realidad no existe profundidad en el estudio y la construcción social del conocimiento. Se puede aprovechar estas formas superficiales e inconscientes, pero con el enfoque Socio epistemológico coadyuvará a llegar a la teorización.

También se pudo comprobar los objetivos de la investigación, siendo el objetivo general de la investigación: describir las estrategias que utilizan los estudiantes de segundo básico para el aprendizaje de las fracciones y su relación con la vida cotidiana, en el Centro Educativo Ri Tinamit Kuwalsaj Rib' Fe y Alegría No. 11 de Zacualpa, Quiché.



Los objetivos específicos son:

- Identificar las estrategias que se utiliza para resolver problemas que incluyen fracciones y las formas de aprender para lograr reflexiones sobre la práctica pedagógica.
- Determinar si para los estudiantes las fracciones tienen alguna vinculación con la vida cotidiana, para que el aprendizaje sea significativo.
- Clasificar las estrategias que utilizan para resolver fracciones para orientar el proceso de aprendizaje.
- Proponer reflexiones sobre las estrategias del aprendizaje de las fracciones para que sea significativa.

Para el primer objetivo específico, es identificar las estrategias que utilizan para resolver problemas que incluyen fracciones, en las entrevistas los estudiantes expresaron su experiencia para la resolución de las fracciones, entre ellas están: la práctica constante de los ejercicios de fracciones para aprendérselas mecánicamente, otros acudir a otro docente para aprender, de igual manera buscando vídeos tutoriales en YouTube y cuando los estudiantes no entienden, solo copian los ejercicios para entregar la tarea, porque encuentran el área de matemática muy difícil, complicado. Por otra parte, el docente aplica el ejemplo tópico para enseñar fracciones que es la repartición de frutas, además aplica material didáctico, pide algunos ejemplos sin profundizar la aplicación de las fracciones en la vida cotidiana, relacionarlo con otra área, en especial con música, el uso de las guías de aprendizaje de Guatemáticas, la aplicación desde el metro.

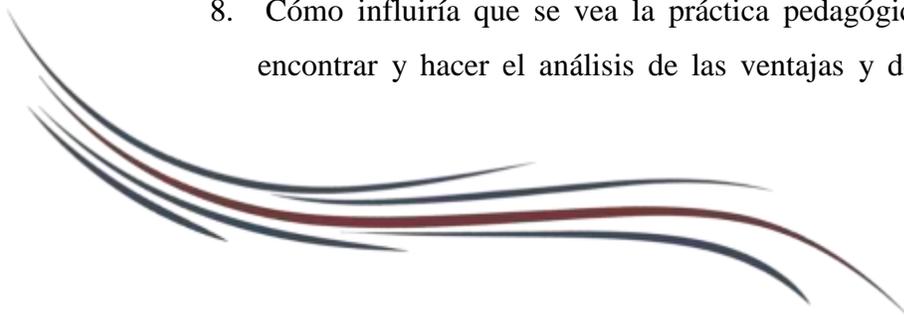
Con las estrategias identificadas anteriormente, se puede hacer un proceso de análisis de la práctica pedagógica para determinar el impacto que tiene en el aprendizaje de los estudiantes, porque aún se ven vacíos, aún en la entrevista, los mismos docentes han caído en cuenta que existe la necesidad de hacer más estudio para poder apoyar adecuadamente a los estudiantes en su proceso de aprendizaje.

Claramente, los estudiantes y los docentes intuyen la relación de las fracciones con la vida cotidiana, pero no existe una modelación matemática donde ellos hayan dicho realmente su aplicabilidad, realmente las estrategias de intervención pedagógica han sido las que no ha apropiado, además tomar en cuenta algunos problemas en torno al contenido matemático en mención en esta investigación. Por otra parte, las actividades escolares se han centrado nada más

en el aula, hace falta vincular con la realidad, con la sociedad y el contenido en uso, para que el aprendizaje sea significativo.

Reflexiones

5. Las estrategias didácticas de los docentes en el abordaje de las fracciones hace uso de una estrategia recursiva que es la repartición de frutas, por lo que es importante hacer el análisis de la intervención pedagógica y el impacto que tiene en el aprendizaje de los estudiantes, responder a la pregunta, ¿por qué el aprendizaje de las fracciones no es significativa?, ¿qué está fallando en el proceso?, ¿Qué pasaría si se sigue implementando por mucho este recurso?, como equipo de trabajo se pueda hacer un espacio para reflexionar sobre estas preguntas y a partir de allí generar cambios significativos, para el centro educativo.
6. ¿Qué pasaría si se estudiara el contexto a profundidad?, puede ser que desde allí se encuentre espacios para la construcción social del conocimiento y proyectarse qué resultados se obtendría si las actividades escolares salgan del aula y tenga una vida social y cultural, esto cómo coadyuvaría en el aprendizaje de los estudiantes para sea significativa, además cómo posibilitaría a todos la oportunidad de aprender desde las estrategias a implementar. Reflexionar qué papel juega y qué responsabilidades del docente, tiene en estos procesos y tenga que lograr que todos aprendan y que todos tengan los espacios para desarrollar su conocimiento en el área de matemática, pero principalmente en el aprendizaje de las fracciones.
7. Qué impacto tendría en el proceso de aprendizaje, si las autoridades se involucraran más profesionalizando al equipo docente, porque en el proceso educativo todos juegan un papel importante, el contexto es demandante, también la importancia reflexionar sobre las estrategias que se emplea, si responde a una innovación o es repetición de los aplicados en años anteriores.
8. Cómo influiría que se vea la práctica pedagógica como un espacio de investigación, encontrar y hacer el análisis de las ventajas y desventajas, reflexionar en convertir la



práctica de mejora constante y sistémica. Además, qué resultados se mejoraría involucrando a la comunidad educativa en todo el proceso, porque son parte de la educación de los jóvenes.

Referencias Bibliográficas

- Cantora, R., Reyes, D., & Montiel, G. (2014). Socioepistemología, Matemática y Realidad. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 1-27.
- Cantoral, R. (15 de Abril de 2020). Matemática educativa transversalidad y COVID-19. (V. F. Ramirez, Entrevistador)
- Cantoral, R., Farfán, R., Lezama, J., & Martínez, G. (2006). Socioepistemología y representacion: algunos ejemplos. *RELIME*, 1-20.
- Cantoral, R., Montiel, G., & Reyes-Gasperini, D. (2015). El programa socioepistemológico de investigación en Matemática Educativa: El caso de Latinoamérica. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa RELIME*, 1-15.
- Díaz, A., & Hernández, R. (1999). *Constructivismo y aprendizaje significativo*. México: e-uaem.
- Fe y Alegría. (2010). *Proyecto Educativo Institucional*. Guatemala: Fe y Alegría.
- Fernández, J. (2010). Neurociencia y Enseñanza de la matemática. *Revista Iberoamericana de Educación* , 12.
- Font, V., Planas, N., & Godino, J. (2014). Modelo para el análisis didáctico en la educación matemática. *Ruotlodge*, 18.
- Fores, P. (2003). Aprendizaj en Matemáticas. *Extraído de: <http://www.ugr.es/~pflores/textos/cLASES/CAP/APRENDI>*. pd, 9.
- García, M., & Farfán, R. (2015). Una caracterización de actitudes hacia las matemáticas en una perspectiva Sociepistemológica. *Centro de Investigación y de estudios avanzados del Intituto Polintécnico (CINVESTAB)*, 10.
- Garrote, Daniel; Garrote, Cristina; Jiménez, Sara. (2016). Factores Influyentes en Motivación y Estrategias de Aprendizaje en los Alumnos de Grado . *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 15.
- Hernández, L., Juárez, J., & Slisko, J. (2015). *Tendencias en la educación matemática basada en la investigación*. México: Universidad Autónoma de Puebla.
- Lamas, H. (2017). Una mirada actual al aprendizaje de las matemáticas. *Academia Peruana de Pscología*, 70.

León, Ana ; Ospina, Liliana; Ruiz, Robinson. (2012). Tipos de aprendizaje promovidos por los profesores de matemática y ciencias naturales del sector oficial del departamento de Quindío Colombia. *Guillermo de ockham*, 16.

Ministerio de Educación. (2010). *Curriculo Nacional Base*. Guatemala: Dirección General de Gestión de Calidad Educativa DIGECADE.

Quintanilla, C. (2012). *La mediación de Squeak Etoys en el desarrollo del concepto de fracción: una experiencia construccionista en una escuela de Galicia*. Santiago de Compostela, Galicia, España: Universidad Santiago de Compostela .

Salazar, M., & Dias, L. (2019). La actividad de medir aporta significado a fracciones y razones. *El Programa Interdisciplinario para el Desarrollo Profesional Docente en Matemáticas (PIDPDM)*, 1-10.

