

**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ.**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS DE GRADO**

**PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL**

**Tema:**

Análisis comparativo entre el método de Recrecido con Hormigón Armado y el método Por Colocación de Nueva Armadura Sin Recrecido del Canto de la Viga, para Rehabilitar y Reforzar Vigas de Hormigón Armado.

**AUTOTRES:**

Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel

Párraga Salmerón María Nelly

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Darío Páez Cornejo

**MANTA – MANABÍ – ECUADOR**

2014

## **AGRADECIMIENTO**

---

A DIOS por cuidarnos, y darnos la fortaleza de finalizar una de nuestras metas

A nuestro hijo quien es fuente inspiración para seguir adelante

A nuestras familias, las cuales son el soporte que han permitido concluir de manera exitosa nuestro proyecto

A nuestro tutor de tesis Ing. Darío Páez Cornejo, por sus instrucciones, sus consejos y por estar siempre prestos a ayudarnos.

A los directivos universitarios y a todas aquellas personas que de una u otra manera, colaboraron o participaron en la elaboración de esta investigación, nuestro más sincero agradecimiento.

## **DEDICATORIA**

---

Dedico este proyecto de tesis a Dios, a mis padres, mi hijo y a mi esposo

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome la fortaleza necesaria para continuar día a día; a mis padres quienes han estado apoyándome en cada paso; a mi hijo porque ha sido mi pilar fundamental e inspiración para poder llegar tan lejos; a mi esposo quien ha sido mi apoyo incondicional

***María Nelly Párraga Salmerón***

## **DEDICATORIA**

---

Dedico este trabajo a mi Padre que desde el cielo está viendo un triunfo que también le pertenece, a mi madre quien con su sacrificio ha logrado que hoy este culminando mi carrera Universitaria , A mi adorada esposa por estar siempre junto a mi brindándome su apoyo incondicional para que pueda cumplir una meta tan importante.

Al principal motor de mi vida, mi pequeño Danielito que me inspira día a día para superarme.

***Marlon Daniel Álvarez Saldarriaga***

## **CERTIFICACIÓN**

---

*Certifico, que el presente trabajo de investigación, fue realizado en su totalidad por las Egresadas de la Escuela de Ingeniería Civil, la Sra. MARIA NELLY PÁRRAGA SALMERÓN y el Sr. MARLON DANIEL ALVAREZ SALDARRIAGA como requerimiento parcial a la obtención del título de Ingeniero Civil.*

*Manta, Noviembre del 2014*

---

Ing. Darío Páez Cornejo  
DIRECTOR DE TESIS

## **RESPONSABILIDAD DEL AUTOR**

---

*“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, corresponden exclusivamente al autor, y el patrimonio intelectual de la tesis de grado corresponden a la Universidad laica “Eloy Alfaro de Manabí”*”

---

*MARÍA NELLY PÁRRAGA*

---

*MARLON DANIEL ÁLVAREZ*

## RESUMEN

El presente trabajo investigativo se plantea en torno a la reparación de vigas sometidas a cargas, ya que su deterioro más común es la corrosión de armadura, presentándose en forma de fisuramiento, el principal objetivo de esta investigación es establecer el análisis entre el método de Recrecido con Hormigón Armado y el método Por Colocación de Nueva Armadura Sin Recrecido del Canto de la Viga, para Rehabilitar y Reforzar Vigas de Hormigón Armado , la cual pretende establecer que fundamentos sería mejor para el desarrollo de refuerzo de una viga en deterioro cuando esta agota su capacidad portante, analizando el método más indicado mediante vialidad de ejecución.

En la siguiente etapa se procedió a realizar el debido estudio de la resistencia del hormigón, con el esclerómetro digital a las vigas que presentan las fallas estructurales

Una vez realizado el estudio con esclerómetro se continúa con la elaboración de 15 prismas de las vigas de las viviendas tomadas como muestras, con diferentes dosificaciones para encontrar la resistencia del hormigón y esperar los 27 días de fraguado, para llevarlo al laboratorio de roturas de vigas de hormigón armado, y así ver cuál de los prismas se acerca más a las muestras que se tomaron con el esclerómetro al inicio del estudio. Luego 3 de los prismas deben tener una aproximación a la resistencia de las vigas tomadas como muestras.

Para saber finalmente cual es el método que servirá para dicha investigación se realizaron nuevamente 15 prismas, del método de Recrecido con hormigón armado y 15 con el método por colocación de nueva armadura sin recrecido del canto de la viga, con la resistencia que se encontró al inicio del estudio del laboratorio de roturas.

Como resultado se obtuvo, que el método de Recrecido con hormigón es el recomendado ya que fue el que tuvo mayor resistencia en el proceso de estudios.

## INDICE

|  |      |
|--|------|
| Portada .....  | ii   |
| Agradecimiento .....   | ii   |
| Dedicatoria.....   | iii  |
| Dedicatoria.....   | iv   |
| Certificación .....  | v    |
| Responsabilidad Del Autor .....  | vi   |
| Resumen .....  | vii  |
| Indice.....  | viii |
| introducción.....  | 1    |
| CAPÍTULO I.....  | 3    |
| 1. Marco teórico .....   | 3    |
| 1.1. Método de recrecido con hormigón armado.....  | 3    |
| 1.1.1. Vida útil de las estructuras de hormigón armado .....   | 14   |
| 1.2. El método por colocación de nueva armadura sin recrecido del canto de la viga, para rehabilitar y reforzar vigas de hormigón armado. ....                 | 16   |
| 1.2.1. Generalidad .....   | 16   |
| 1.2.2. Por colocación de nueva armadura .....  | 17   |
| 1.2.3. Rehabilitar y reforzar vigas de hormigón armado .....   | 21   |
| 1.2.4. Tipos de refuerzos en estructuras de hormigón armado.....   | 21   |
| 1.2.4.1. Refuerzos de hormigón armado.....   | 22   |
| 1.2.4.2. Refuerzos en vigas .....  | 22   |
| CAPÍTULO II.....   | 24   |
| 2. Análisis comparativo entre el método de recrecido con hormigón armado y el método por colocación de nueva armadura sin recrecido del canto de la viga ..... | 24   |

|   |    |
|---|----|
| 2.1 diseño .....  | 27 |
| 2.2 ensayo a flexión .....  | 33 |
| 2.2.1. Cargas de servicio .....   | 35 |
| 2.2.1.1 las cargas vivas .....  | 35 |
| 2.2.1.2. Carga muerta .....   | 36 |
| 2.2.3 pesos específicos de los materiales .....   | 36 |
| CAPÍTULO III .....  | 37 |
| 3. Analisis de resultados .....   | 37 |
| 3.1. Analisis de carga.....   | 37 |
| 3.1.1. Dosificaci3pn de hormigones y morteros por medio del m3todo de los coeficientes de aportes ..... | 37 |
| 3.1.2 m3todo coeficientes de aporte .....   | 38 |
| 3.1.3. C3lculo del hormig3n estructural de 210 kg/cm <sup>2</sup> .....                                 | 38 |
| 3.1.3.1. Dosificaci3n.....  | 38 |
| 3.1.3.2. Vol3men aparente.....  | 38 |
| 3.1.3.3. Vol3men de la mezcla.....  | 39 |
| 3.1.3.4. C3lculo de los materiales por m <sup>3</sup> .....   | 39 |
| 3.1.3. M3todo de bajas de cargas.....   | 40 |
| 3.1.4.1. Se identifica la losa.....   | 40 |
| 3.1.4.2. An3lisis de cargas .....   | 41 |
| 3.1.4.3. 3reas tributarias .....  | 41 |
| 4. M3todo del recrecido con hormig3n armado .....   | 46 |
| 4.1. Revisi3n de los esfuerzos cortantes .....  | 47 |
| 5. Dise1o por colocaci3n de la nueva armadura sin recrecido del canto de la viga .....                  | 54 |
| 5.1. Revisi3n de los esfuerzos cortantes .....  | 54 |

|   |    |
|---|----|
| 6. Conclusiones y recomendaciones ..... | 61 |
| 6.1. Conclusiones .....                 | 61 |
| 6.2. Recomendaciones.....               | 62 |
| 7. Bibliografía.....                    | 63 |
| Anexos.....                             | 65 |

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enfoca en analizar dos métodos de rehabilitación y refuerzo de vigas de hormigón armado que presentan fisuraciones en el centro de la viga debido a una carencia de armaduras de tracción, aunque también son válidas para casos en los que se haya perdido la resistencia a compresión de la viga, ya sea por escasez de armadura o por baja calidad del hormigón

Esta investigación se la realizó partiendo del conocimiento de que en el Ecuador la mayoría de edificaciones con no más de 3 plantas se las construyen sin un debido cálculo estructural sino con conocimientos empíricos de Maestros Albañiles; lo que suele generar a futuro problemas estructurales como fisuraciones en: vigas, paredes, y losas. Lo que deja entrever un problema de cimentación o un problema de pandeo en vigas debido a la falta de acero estructural o a un pobre hormigón. Esto es un alarmante signo de posible colapso de la estructura al término de ciertos años de vida de la edificación.

En el Ecuador se encuentra en una Zona de alto riesgo sísmico, por lo cual es significativo obtener un conocimiento técnico para poder reforzar las estructuras de los inmuebles que han sido puestos en mayor peligro, debido a una construcción sin el diseño de un profesional, lo cual no es garantía bajo ningún concepto de la buena calidad de la obra.

Los métodos de rehabilitación y refuerzo de estructuras de hormigón armado son poco empleados y poco conocidos por la mayoría de los habitantes del país, es por esto que, las edificaciones que están con problemas estructurales aunque muestran síntomas no son atendidos por sus propietarios, lo más probable es que se llame al mismo maestro albañil para que solucione el problema y éste proporcione como cura: un simple enlucido.

Las vigas de hormigón armado son las que dan el sustento a las losas, pisos de madera y/o cubiertas, en los cuales residen tanto por encima como por debajo de ellos los muebles y los seres vivos; por lo cual, al observar un problema o un síntoma en su estructura se debe tomar todas las medidas necesarias para reforzarlas y/o rehabilitar.

En definitiva, la ejecución de esta investigación dará a los: propietarios y/o profesionales de la construcción una guía técnica para para rehabilitar y reforzar las vigas de hormigón armado que lo necesiten.

El presente documento se desarrolla mediante tres capítulos, estructurados de la siguiente manera:

Capítulo I que corresponde al marco teórico el mismo que ha sido tomado de otros estudios ya comprobados así como de revistas científicas y otros textos de importancia académica.

Capítulo II contiene el estudio de campo y diagnóstico de los métodos que se van a investigar

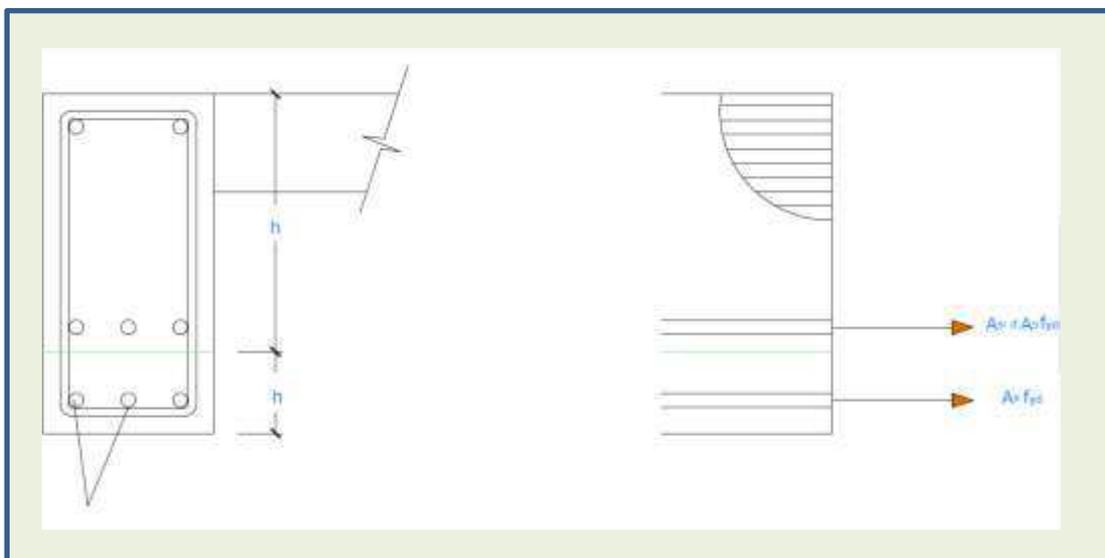
Capítulo III contiene el Análisis de resultados entre los 2 Métodos lo relacionado a las pruebas de reforzamiento de vigas, finalizando con las conclusiones y recomendaciones que emanan de todo la realización del trabajo de grado.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. MÉTODO DE RECRECIDO CON HORMIGÓN ARMADO

Recrecido es el refuerzo consistente en aumentar la sección de elementos de hormigón armado (generalmente pilares y vigas) con el fin de poder soportar cargas superiores a las previstas en el proyecto original. El mismo que consiste en colocar, un espesor superior a 7 cm, con hormigón convencional de adecuada resistencia y armaduras de cuantía similar a las existentes; para aumentar su trabajabilidad y por tanto facilitar la puesta en obra, este hormigón deberá llevar incorporado uno de los dos aditivos superfluidificantes, el que debe de tener las características de fluidez y consistencia adecuados.



**Figura No. 1**

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Párraga Salmerón María Nelly

**Formula de esfuerzo cortantes, se las utiliza en cargas mayorisadas que se obtienen como producto de una carga nominal con un coeficiente de carga**

$$V_u = \frac{VL}{2} \quad \text{Form. 1.1}$$

$$V = 1.4 * 0.246 + 1.7 * 0.200 = 0.684 \quad \text{Form. 1.2}$$

$$f_{acort} = \frac{V_u}{bc * bv} \quad \text{Form. 1.3}$$

### **RESISTENCIA A LOS ESFUERZOS CORTANTE**

La fuerza cortante en un elemento de concreto, es el desarrollo de los esfuerzos inclinados con respecto al eje longitudinal del miembro

$$M_u = \frac{WL^2}{8} \quad \text{Form. 1.4}$$

$$M_u = 1.4 * C_m + 1.7 * C_v = 0.972 T - m \quad \text{Form. 1.5}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b * d} \quad \text{Form. 1.6}$$

$$V_c = \left(3.5 - 2.5 \frac{M_u}{V_u * d}\right) * \left(0.5 \sqrt{f'c} + 175\rho \frac{V_u * d}{M_u}\right) * b * d \quad \text{Form. 1.7}$$

Condición  $\rightarrow V_c > V_u$

## DISEÑO A FLEXIÓN

Elasticidad.

La viga a flexión de a la aplicación de cargas transversales al eje longitudinal de miembro o debido a la aplicación de momento concentrado en los claros y/o extremos.

$$E_c = 15000\sqrt{210} \text{ Kg /cm}^2 \quad \text{Form. 1.8}$$

Módulo de Rotura

Esta es la flexión al esfuerzo máximo en la fibra cuando se produce fallo.

$$f_r = 1,970 \sqrt{210} \text{ Kg /cm}^2 = 28,55 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Form. 1.9}$$

Momento de Agrietamiento es el momento flector interno que produce grietas en el comportamiento de la viga

Form. 1.10

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

Eje neutro es la línea que corta la capa con el plano de la sección transversal

$$\frac{b * c^2}{2} + nA_{sc} - nA_{sd} = 0 \quad \text{Ec. 1.1}$$

**Inercia:** Es la propiedad de resistir cualquier cambio en su movimiento ya sea en dirección o velocidad

Inercias

$$\frac{Mcr}{Ma} = \geq 1.00 \quad \text{Form. 1.11}$$

Entonces

$$I_g = \frac{bxh^3}{12} \quad \text{Form. 1.12}$$

Inercias 2

$$\frac{Mcr}{Ma} = \leq 1.00 \quad \text{Form. 1.13}$$

Entonces

$$I_e = \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3\right] I_{cr} \quad \text{Form. 1.14}$$

Deformaciones

$$\Delta_{max} = \frac{5WL^4}{384EI_e} \quad \text{Form. 1.15}$$

$$\Delta i = \Delta_{max cm} + \Delta_{max cv} \quad \text{Form. 1.16}$$

Las vigas conforman la parte horizontal de la estructura en una proporción mayoritaria, y son una parte fundamental de la estructura, los colapsos generalizados de las estructuras suelen estar ocasionados por el fallo de las columnas.

Las estructuras de hormigón armado cuentan con una vida útil determinada, pudiendo alargarse esta con un adecuado mantenimiento. Ha sido creciente el interés de los investigadores por el conocimiento de su comportamiento a lo largo de su vida útil y diversas las publicaciones al respecto. En algunas ocasiones, estas estructuras sufren un cambio de uso o se encuentran dañadas y, por tanto, mermadas en sus resistencias mecánicas, por una mala ejecución, incendio, sismo, etc., éstos son algunos de los motivos por los que las estructuras pueden encontrarse con la necesidad de ser reforzadas para conseguir un aumento en su capacidad portante.

Una de las opciones para reforzar un elemento estructural de hormigón armado consiste en recrearlo envolviéndolo con una sección adicional de hormigón convenientemente armado, este sistema presenta la ventaja de una gran compatibilidad entre el material original y el de refuerzo, así como una amplia superficie de contacto entre ambos, que posibilita la necesaria transferencia de esfuerzos. Asimismo, es posible aumentar considerablemente la sección de hormigón e incorporar una considerable cuantía de nuevas armaduras que, en caso necesario, pueden conectarse con las armaduras originales mediante algún tipo de anclaje. El resultado final es un elemento notablemente monolítico, capaz de incrementar notablemente la resistencia y rigidez del elemento original. (Harmsen, 2005)

A lo largo de la historia se han desarrollado diferentes técnicas de refuerzo de estructuras de hormigón armado en general y de pilares o vigas en particular, son variados también los materiales que se utilizan

para ejecutar dichos refuerzos; la elección de la técnica de refuerzo más adecuada se determina por varios factores como son, además de los estructurales, el plazo de ejecución, costo económico, espacio disponible y factores estéticos.

Por otra parte, los refuerzos mediante recrido con hormigón armado son unas de las técnicas más antiguas y más frecuentemente utilizadas, presentan un buen comportamiento frente al fuego, algo que no sucede en la mayor parte de los demás sistemas de refuerzo. Debido a su baja conductividad térmica el hormigón hace que los daños producidos por las exposiciones al fuego, o por temperaturas extremas, se limiten a las zonas superficiales del hormigón, ofreciendo un suficiente de aislamiento térmico para las armaduras, siempre que se dispongan los recubrimientos adecuados. (Savinova, 2008)

Éste tipo de refuerzo se lo puede realizar mediante la colocación de paneles prefabricados con hormigón colocado o proyectado, previa colocación de una armadura longitudinal y estribos por la parte exterior del pilar original. Es importante para este tipo de refuerzo asegurar una buena unión entre el hormigón antiguo y el nuevo para conseguir una adecuada transmisión de esfuerzos.

Sin embargo no se debe olvidar que son sus inconvenientes lo que puede hacer que se escoja un sistema de refuerzo distinto. Entre ellos están el aumento de carga propia, la disminución de dimensiones máximas en altura y anchura, o una ejecución más lenta que otros sistemas más modernos. Los materiales que se pueden utilizar en la aplicación de este tipo de refuerzo van desde el hormigón tradicional o proyectado, hasta los más modernos morteros o resinas sin retracción. (Rondon, 2008)

Cabe destacar, como inconvenientes fundamentales de esta técnica de refuerzo, la necesidad de aumentar de modo considerable las

dimensiones originales de la pieza, una elevada dificultad constructiva y, consecuentemente, un costo elevado. En términos estructurales hay que indicar que el incremento de rigidez que este sistema conlleva puede alterar la distribución de esfuerzos en el conjunto de la estructura, además también se encuentra el tiempo de espera hasta que el hormigón alcanza su resistencia característica, también puede darse el caso de que el cambio de rigidez afecte de forma considerable a la estructura, o que el aumento de dimensiones sea un problema para el diseño de los espacios.

El correcto funcionamiento del refuerzo mediante recrecido con hormigón armado pasa por aprovechar los mecanismos de transferencia de cargas entre la pieza pre-existente y el refuerzo.

Los soportes de hormigón armado deberán reunir las condiciones de idoneidad en cuanto a limpieza, cohesión, solidez, rugosidad, etc., para que aseguren una buena adherencia de los materiales constituyentes del recrecido (imprimaciones o puentes de unión, hormigón, mortero, etc.), para lo cual se eliminarán por repicado o cualquier otro procedimiento manual o preferiblemente mecánico, suciedad, partes huecas o mal adheridas, lechada superficial, restos de desencofrante, de pinturas, zonas carbonatadas. (Estevez, 2009)

Para mejorar la adherencia a veces se realiza un rebaje en bandas alternativas, a modo de cajeadado, con una profundidad de 2-3 cm y con una distancia de separación discrecional en función de las dimensiones del soporte. (Frecuentemente 30-40 cm). Estos entrantes y salientes actúan a modo de llaves.

En el caso de existencia de armaduras al descubierto, la preparación de las mismas se deberá hacer siguiendo las siguientes indicaciones:

Descubrir toda la zona dañada hasta llegar al hormigón sano es decir hormigón que no está carbonatado, repicando por detrás de las armaduras hasta una profundidad mínima de 2 cms. o la equivalente a un diámetro de redondo; la preparación de las armaduras se hará mecánicamente (chorro de arena, granallado, cepillos rotativos de acero) hasta eliminar toda la herrumbre y conseguir una superficie brillante con un grado de preparación comprendido entre Sa 1 y Sa 3 (normalmente Sa 2,5); pero si la limpieza se realiza manualmente el grado de limpieza estará comprendido entre St 2 y St 3. (Godínez, 2010)

Una norma que se puede considerar al respecto, es la ISO 8503 1ª parte. Se comprobará que, después del tratamiento de limpieza, la posición de las armaduras y su sección son las originales, caso contrario habría necesidad de reponer dichas armaduras; posteriormente, la pasivación de armaduras se hará conforme a las mediciones del fabricante utilizado.

Para complementar las operaciones de saneado y eliminar los residuos originados por ella, se procederá a una limpieza a fondo del soporte mediante alguno de los sistemas más utilizados que se indican a continuación:

*a. Chorro de arena:* Consiste en proyectar un chorro de arena de sílice por medio de un compresor de caudal variable en función de la distancia al soporte, con una presión de 7 atmósferas. La granulometría de la arena será de 1 2 mm. y el operario que realice el trabajo deberá portar un equipo protector adecuado.

*b. Chorro de agua a alta presión:* Consiste en proyectar mediante un equipo especial, agua con una presión mínima de 150 atmósferas a través de una lanzadera provista de una boquilla. La presión será controlada con un manómetro.

c. *Chorro de agua y arena*: Sistema combinación de los otros dos indicados, en el que básicamente se utiliza el equipo de agua a alta presión y una lanza de proyección con un dispositivo para incorporar la arena de sílice en la boquilla.

Después de realizadas las operaciones de saneado y limpieza se recomienda hacer sencillas pruebas que indiquen si los soportes están debidamente preparados, las cuales podrían ser:

- Pasar la mano sobre la superficie preparada y comprobar si tiene polvo.
- Golpear con un martillo u otro objeto contundente para detectar zonas huecas o falta de cohesión.
- Comprobar con un elemento punzante o cortante la cohesión, dureza superficial y existencia de partes degradadas que se rayan fácilmente.
- Mojando el soporte con agua limpia detectar la presencia de restos de desencofrantes, de tratamientos con siliconas, grietas, fisuras imperceptibles a simple vista; así como obtener cierta idea de la porosidad y capacidad absorbente del soporte. (Tejena, 2001)

Las herramientas a utilizar son de acuerdo a la acción que se va a realizar, tal es el caso, del amasado o mezclado de los materiales, que se lo deberá realizar preferentemente por medios mecánicos, los hormigones y el mortero con hormigonera o mezcladora de morteros, de capacidad acorde con los volúmenes a amasar; las imprimaciones con batidora eléctrica de baja velocidad (400/600 rpm).

El recrecido ya puesto en obra, con encofrado, consiste en aumentar la sección original del elemento estructural, para mejorar su capacidad resistente, utilizando encofrados tradicionales: de madera, metálicos, de plástico u otros. Se vigilará especialmente la estanqueidad para evitar fugas de hormigón; este procedimiento es apto para la puesta en obra de cualquiera de los materiales referidos en este pliego de condiciones, especialmente el hormigón aditivado y el microhormigón polimérico.

El hormigón o microhormigón armados, consisten en colocar una envoltura armada alrededor del elemento estructural, generalmente pilares y vigas, como refuerzo frente a sollicitaciones a compresión, flexión, cortante y torsión.

El hormigón o microhormigón zunchados, son sistema aplicable a pilares, consistente en colocar una envolvente a modo de forro metálico, generalmente cilíndrico, con una armadura helicoidal continua o discontinua formada por cercos redondos; se considera sección útil a efectos resistentes la comprendida entre la armadura que constituye el zuncho y la sección original, por lo tanto el hormigón de recubrimiento únicamente tiene las funciones de protección de las armaduras y revestimiento estético de la columna; para las mismas sollicitaciones la sección del recrecido por el sistema de zunchado es menor que la del sistema de hormigón armado. (León, 2007)

El recrecido de hormigón sin encofrado, es menos frecuente para la puesta en obra del mortero polimérico, empleando únicamente las herramientas tradicionales: reglas, llana, paleta, paletín, espátula, fratás, rodillo de púas de nylon etc.

Con el fin de mantener el grado de humedad adecuado y evitar una desecación excesivamente rápida, sobre todo en tiempo caluroso con

temperaturas superiores a 25 °C, el hormigón con aditivo, el microhormigón polimérico y el mortero polimérico deberán curarse por alguno de estos procedimientos:

- Con el producto adecuado, regando con agua limpia, protegiéndolos con filmes que eviten la evaporación (plásticos), con arpilleras húmedas, etc.
- El curado deberá mantenerse al menos durante las primeras 24 a 48 horas después de su exposición al medio ambiente y de sus condiciones (humedad, viento, sol).

Con respecto a la temperatura, para la ejecución de un recrecido no es necesario adoptar medidas especiales, siempre que la temperatura de los materiales cementosos empleados en el punto de unión del soporte, medido con termómetro de contacto o medidor de temperatura superficial, sean superiores a 5 °C e inferiores a 25°C. Cuando la temperatura sea inferior a la indicada, se suspenderán los (Orgaz, 2005)

En caso de lluvia se deben proteger los materiales expuestos a la misma o detener los trabajos si fuera necesario, finalizado el fraguado de los materiales la lluvia, salvo casos determinados, no es perjudicial; además, el viento siempre perjudica a los hormigones o morteros frescos expuestos a él, provocando una desecación prematura de estos materiales.

Se tomarán al respecto medidas de precaución.

### 1.1.1. VIDA ÚTIL DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

Por vida útil se entiende el período de tiempo durante el cual una estructura será capaz de desempeñar las funciones para las cuales fue proyectada, durante su vida útil, las estructuras de hormigón armado pueden resultar expuestas a cargas mecánicas como así también a agentes agresivos químicos o térmicos que produzcan la degradación de sus propiedades mecánicas y la consiguiente pérdida de seguridad. (Lamas, Sanchez, Pons, & Rougier, 2010)

Previo a la definición del método para estimar la Vida Útil Ponderada de una Edificación, es necesario aclarar una serie de términos que los valuadores citan en diferentes casos al referirse al estimado de vida de los bienes en general. Con este propósito de integrar esta terminología al presente trabajo, se procede a definir y los siguientes conceptos:

**Vida Total:** Promedio estadístico que refleja la esperanza de vida de un bien expresada en años, bajo condiciones normales de operación y mantenimiento. (González, 2005)

**Vida Útil:** Representa la vida en la que se estima que un bien prestara servicio dentro de los límites de eficiencia económica. Es la vida útil probable futura que se estima tendrán los bienes que se valúan considerando los límites de eficiencia económica y de producción de la empresa para la cual se está realizando el avalúo. Según la ASTM E 632 – 82 (2), "es el periodo de tiempo después de la construcción durante la cual todas las propiedades esenciales alcanzan o superan el valor mínimo aceptable con un mantenimiento rutinario".

En el caso de deterioro de la estructura por corrosión de la armadura, se puede distinguir por lo menos tres situaciones:

a) Un período de tiempo que va hasta la despasivación de la armadura, el cual se denomina, normalmente, período de iniciación, a este período de tiempo se puede asociar la llamada vida útil de proyecto, normalmente corresponde al período necesario para que el frente de carbonatación o el frente de cloruros alcance la armadura. Por frente de carbonatación se entiende la posición de la interface entre una región carbonatada, de baja alcalinidad por acción del gas carbónico sobre los productos alcalinos de la hidratación del cemento y una región contigua no carbonatada y por consiguiente de alto pH. Por frente de cloruros se entiende la posición de la interface entre una región contaminada por un cierto nivel de cloruros, suficiente para despasivar la armadura en aquella condición específica y una región contigua donde el nivel de cloruros todavía no alcanza el nivel suficiente para despasivar, este contenido de cloruros varía en función de varios condicionantes entre el 0,05 y el 1% del peso del cemento; el hecho de que el frente de carbonatación o un cierto nivel de cloruros haya alcanzado la armadura y teóricamente la haya despasivado, no significa necesariamente que a partir de ese momento habrá corrosión importante. Ese período de tiempo, no obstante, es un período que debe ser tenido en cuenta al proyectar la estructura, en aras de la seguridad

Un período de tiempo que va desde el momento en que aparecen manchas en la superficie del concreto, u ocurren fisuras en el concreto de recubrimiento, hasta cuando se presenta el desprendimiento del recubrimiento, a este período se asocia la vida útil de servicio o de utilización de la estructura; este período es muy variable y depende de cada caso en especial, pues ocurre que, en ciertas construcciones, es inadmisibles que la estructura presente manchas de corrosión o fisuras; en otros casos sólo la caída de pedazos de concreto, que ponga en peligro la integridad de las personas, puede ser considerado el momento a partir del cual se debe considerar cumplida la vida útil de servicio de la estructura.

c) Un período de tiempo que va hasta la ruptura o colapso parcial o total de la estructura. A este período de tiempo se asocia la llamada vida útil

última o total, corresponde al período de tiempo para el cual habrá una reducción significativa de secciones resistentes de la armadura o una pérdida importante de adherencia concreto-refuerzo, acarreando el colapso parcial o total de la estructura.

## **1.2. EL MÉTODO POR COLOCACIÓN DE NUEVA ARMADURA SIN RECRECIDO DEL CANTO DE LA VIGA, PARA REHABILITAR Y REFORZAR VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO.**

### **1.2.1. GENERALIDAD**

Dentro del campo de la ingeniería civil, una construcción debe ofrecer una buena funcionalidad a sus usuarios dentro de la vida útil del proyecto. Debido a que la vida útil de las construcciones de hormigón es generalmente larga, los requerimientos sobre la estructura pueden verse afectados por diversos factores reduciendo o acabando con la vida útil debido a las condiciones de utilización y seguridad.

Tras muchos años de construcción de estructuras de hormigón armado, se ha podido observar en obras construidas con un número significativo de años que han surgido problemas de conservación importantes, así como cambios de uso de las estructuras y modificaciones en los códigos de construcción, en los que la capacidad portante de la estructura en su diseño original queda obsoleta para su funcionamiento. (Parrilla, 2011)

Por esto, ha surgido la necesidad de tareas de rehabilitación, reparación y refuerzo.

Esto ha propiciado el desarrollo de nuevas tecnologías y la aplicación de nuevos materiales para disminuir costos y tiempo dentro del campo de las reparaciones

No sólo el campo de las reparaciones y rehabilitaciones ha originado la búsqueda de nuevas soluciones estructurales, sino que también cuando las condiciones de proyecto limitan la naturaleza de los materiales a elegir, como pueden ser las estructuras expuestas a ambientes agresivos.

### **1.2.2. POR COLOCACIÓN DE NUEVA ARMADURA**

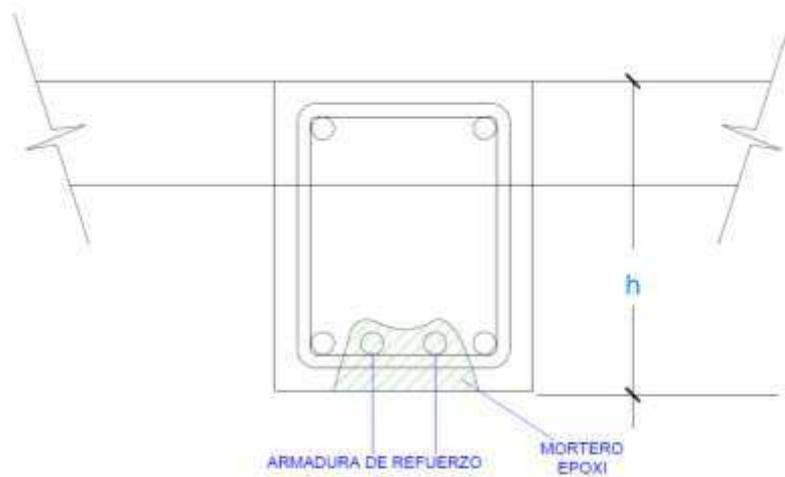
Las armaduras deben colocarse limpias, exentas de óxido no adherido (se admite el óxido que queda después de cepillar las barras con cepillo de alambre), así como libres de pintura, grasa, hielo o cualquier otra sustancia perjudicial. Deberán sujetarse al encofrado y entre sí, de modo que se mantengan en su posición correcta, sin experimentar movimientos, durante el vertido y compactación del hormigón, y permitan a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Para conseguirlo, las armaduras se colocan en los encofrados apoyadas en calzos o separados de rigidez adecuada en Número suficiente. El empleo de separadores es imprescindible para garantizar que la distancia entre la armadura y el encofrado (recubrimiento) no será inferior al mínimo que prescriben normas, lo que resalta fundamental para la durabilidad de las piezas. los calzos se utilizan, con la misma finalidad, para sostener la armadura en losas o para separar capas de armadura en muros. La distancia entre separadores de una misma barra suele ser del orden de 50 veces su diámetro O 100 cm, decalándose los separadores entre barras continuas. (Moreno, 2008)

Los calzos y separadores pueden ser de mortero, hormigón, fibrocemento, plástico rígido o material similar, prohibiéndose el empleo de madera, ladrillo o cascotes de obra. Tampoco deben utilizarse calzos o separadores metálicos (salvo que sean de alambre galvanizado o acero inoxidable), especialmente en hormigones vistos, por el riesgo de aparición de manchas debidas a su oxidación. En casi todos los tipos, la

fijación a la armadura se efectúa mediante una pinza o por atado con alambre.

Exige una ejecución muy cuidadosa. La armadura antigua puede trabajar hasta su límite elástico por lo que requiere una comprobación muy detallada de sus tensiones.



**Figura No. 2.**

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Párraga Salmerón María Nelly

**ESFUERZOS CORTANTES:** Son cargas que se obtienen como el producto de una carga nominal con un coeficiente de carga

$$V_u = \frac{VL}{2}$$

$$V = 1.4 * 0.246 + 1.7 * 0.200 = 0.684$$

$$f_{acort} = \frac{V_u}{bc * bv}$$

**RESISTENCIA A LOS ESFUERZOS CORTANTES:** La fuerza cortante en un elemento de concreto, es el desarrollo de los esfuerzos inclinados con respecto al eje longitudinal del miembro.

$$Mu = \frac{WL^2}{8}$$

$$Mu = 1.4 * Cm + 1.7 * Cv = 0.972 T - m$$

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

$$Vc = \left(3.5 - 2.5 \frac{Mu}{Vu * d}\right) * \left(0.5 \sqrt{f'c} + 175\rho \frac{Vu * d}{Mu}\right) * b * d$$

$$\text{Condición} \quad \rightarrow Vc > Vu$$

**Diseño a flexión:** La viga a flexión de a la aplicación de cargas transversales al eje longitudinal de miembro o debido a la aplicación de momento concentrado en los claros y/o extremos.

**Elasticidad:** El módulo de elasticidad es un parámetro muy importante en el análisis de las estructuras de concreto ya que se emplea en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales.

$$Ec = 15000\sqrt{210} \text{ Kg /cm}^2$$

**Módulo de Rotura:** Esta es la flexión al esfuerzo máximo en la fibra cuando se produce fallo

$$fr = 1,970 \sqrt{210} \text{ Kg /cm}^2 = 28,55 \text{ kg/cm}^2$$

**Momento de Agrietamiento:** Es el momento flector interno que produce grietas en el comportamiento de la viga

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

**Eje Neutro:** Es la línea que corta la capa con el plano de la sección transversa

$$\frac{b * c^2}{2} + nA_{sc} - nA_{sd} = 0$$

**Inercias:** Es la propiedad de resistir cualquier cambio en su movimiento, ya sea en dirección o velocidad

$$\frac{M_{cr}}{M_a} = \geq 1.00 \quad \text{entonces}$$

$$I_g = \frac{b x h^3}{12}$$

$$\frac{M_{cr}}{M_a} = \leq 1.00 \quad \text{entonces}$$

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

**Deformaciones:** E aquella deformación que sufre un elemento por efectos de las flexiones internas

$$\Delta_{max} = \frac{5 W L^4}{384 E I_e}$$

$$\Delta i = \Delta_{max cm} + \Delta_{max cv}$$

### **1.2.3. REHABILITAR Y REFORZAR VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO**

Las estructuras portantes deben proporcionar, durante su vida de servicio, seguridad contra los fallos y funcionalidad en las condiciones de trabajo previamente establecidas.

La necesidad de refuerzo de elementos estructurales se produce cuando el elemento estructural tiene, prácticamente, agotada su capacidad portante. Este hecho puede tener su origen en causas muy diversas de las que se podrían nombrar algunas como un mal diseño, una mala construcción, un mantenimiento pobre, el infradimensionado de las cargas actuales, modificación de las cargas de uso, modificación en la distribución de viviendas – práctica común que suele realizarse sin la supervisión de un técnico- con la consiguiente redistribución de esfuerzos, etc.

En los apartados que siguen, se describen algunos sistemas usuales de refuerzo de estructuras de hormigón armado, exponiéndose los criterios fundamentales sobre su concepción, diseño, cálculo y ejecución. Las diferencias formales y de solicitación entre los elementos estructurales básicos de la edificación convencional (forjados, vigas y soportes), aconsejan estudiar separadamente los sistemas de refuerzo aplicables a cada uno de ellos.

### **1.2.4. TIPOS DE REFUERZOS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO**

Dentro de las soluciones para los refuerzos externos de estructuras de hormigón se destacan las llamadas “tradicionales”, los que se caracterizan por ser refuerzos de tipo pasivos, es decir que van adheridos o anclados a la superficie del hormigón; entre estos resaltan

#### **1.2.4.1. REFUERZOS DE HORMIGÓN ARMADO**

Se refiere a cuando una nueva capa de hormigón o mortero se coloca sobre una armadura existente con el objeto de rigidizar o reparar la estructura; esta capa se instala como un hormigonado normal o proyectado. Su misión es aumentar en elementos flexionados la capacidad a compresión o tracción en función de cual sea su colocación.

Estos refuerzos presentan una serie de ventajas e inconvenientes con respecto a otros tipos de refuerzos.

Ventajas:

- Menor costo
- Mano de obra menos especializada
- Más seguros (la contribución de la estructura antigua es más fiable)
- Efecto zunchado

Inconvenientes:

- Aumento de las dimensiones de vigas y pilares (se le agrega un nuevo peso no considerado al sistema estructural completo, cambiando de igual forma la rigidez estructural del sistema global, lo que obliga a replantear nuevamente el cálculo sísmico de la estructura.
- No pueden entrar en carga hasta pasado un tiempo prudencial, normalmente un mes.

#### **1.2.4.2. REFUERZOS EN VIGAS**

Por recrecido del canto de la viga suplementando la armadura que sea precisa.

## Problemas que se presentan

- Normalmente no será posible descargar totalmente la viga, con lo que la armadura existente estará sometida a tensión. Cuando se construye el refuerzo la nueva armadura esta descargada, por lo que al entrar en carga la antigua armadura tendrá que soportar las tensiones residuales anteriores más las que se producen del nuevo estado de equilibrio.
- Normalmente no se plantea ningún tipo de problemas, pero en todo caso debe ser comprobado

## El sistema constructivo será:

- Descarnar la capa inferior de la viga de hormigón.
- Colocar unos nuevos estribos que sean capaces de absorber los esfuerzos de desgarramiento entre el hormigón antiguo y el nuevo.
- Hacer una buena unión entre hormigones, con epoxi o con un cajeado

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE CAMPO**

#### **2. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL MÉTODO DE RECRECIDO CON HORMIGÓN ARMADO Y EL MÉTODO POR COLOCACIÓN DE NUEVA ARMADURA SIN RECRECIDO DEL CANTO DE LA VIGA**

Debido a la necesidad de fortalecer las viviendas por su tiempo de vida útil la frecuencia de rehabilitarlas es necesaria esto se debe fundamentalmente a fisuras, disgregación y entumecimiento. Dentro de estas las que presentan mayor daño y complejidad son las de refuerzos en diseño como en cálculo debido al incremento de su capacidad.

Se realiza una visita de campo a las viviendas se encuentra ubicada en el Cantón Chone de la provincia de Manabí, los problemas estructurales son visibles en sus vigas se encuentra deteriorada debido al tiempo de construcción como de sobrepeso que no se registraban en los cálculos al inicio de su estudio, el método de recrecido de viga.

El estudio permite ver que método es mejor para la rehabilitación en la reconstrucción de las vigas afectadas de las viviendas, mediante estudios se analizará las características de la estructura y su resistencia se verificando los parámetros actuales como las cargas y sobrecargas que han determinado el deterioro la cual se verifico mediante el esclerómetro obteniendo los siguientes datos de la tabla a continuación:

#### **VIGA 1**

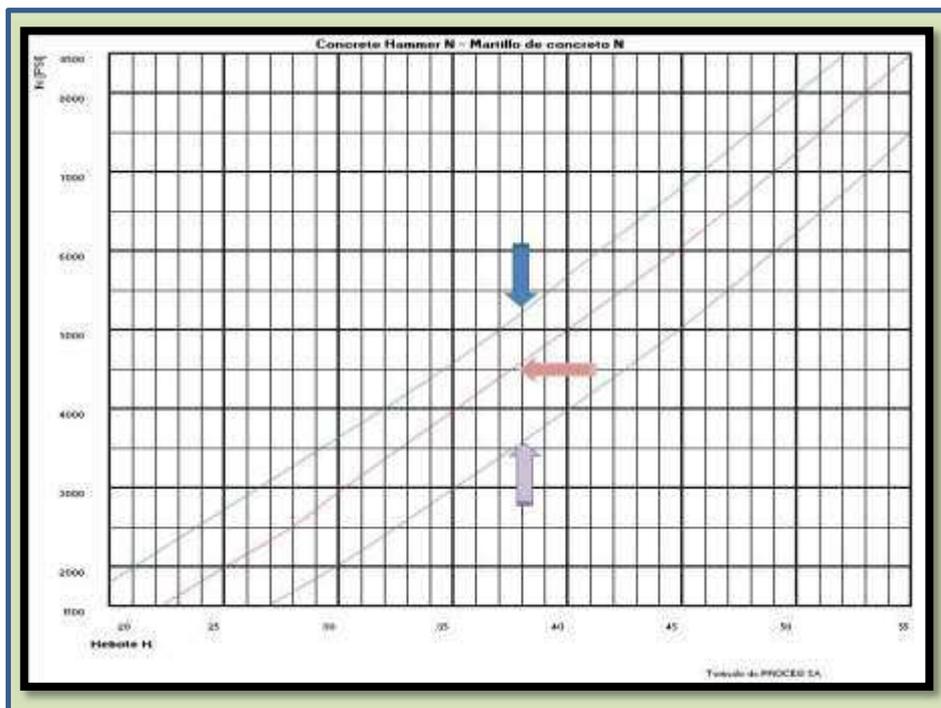
Siendo una sección de 0.20\*0.30 con una armadura longitudinal de  $\varnothing$  8 mm y estribos de  $\varnothing$  6 mm con una separación de 10cm como puede apreciarse.



**Figura No. 2** Primer Viga de ensayo afectada  
**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
 Pàrraga Salmerón María Nelly

| A 15cm de cara de columna X | En el centro de la luz | A 15cm de cara de columna Y |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 33.0                        | 31.0                   | 33.5                        |

**Tabla No. 1** toma de resultados con el esclerómetro  
**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
 Pàrraga Salmerón María Nelly



**Tabla No. 2** Curva de resistencia  
**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
 Pàrraga Salmerón María Nelly

Obtenido con el esclerómetro

|                    | Extremo X | Centro de la luz | Extremo Y |
|--------------------|-----------|------------------|-----------|
| PSI                | 2500      | 2250             | 2650      |
| Kg/cm <sup>2</sup> | 175.80    | 158.23           | 186.36    |

**Tabla No 3.** Tabla de Conversiones de Resultados  
**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
 Pàrraga Salmerón María Nelly

## VIGA 2

Siendo una sección de 0.20\*0.30 con una armadura longitudinal de  $\varnothing$  8 mm y estribos de  $\varnothing$  6 mm con una separación de 20cm como puede apreciarse.



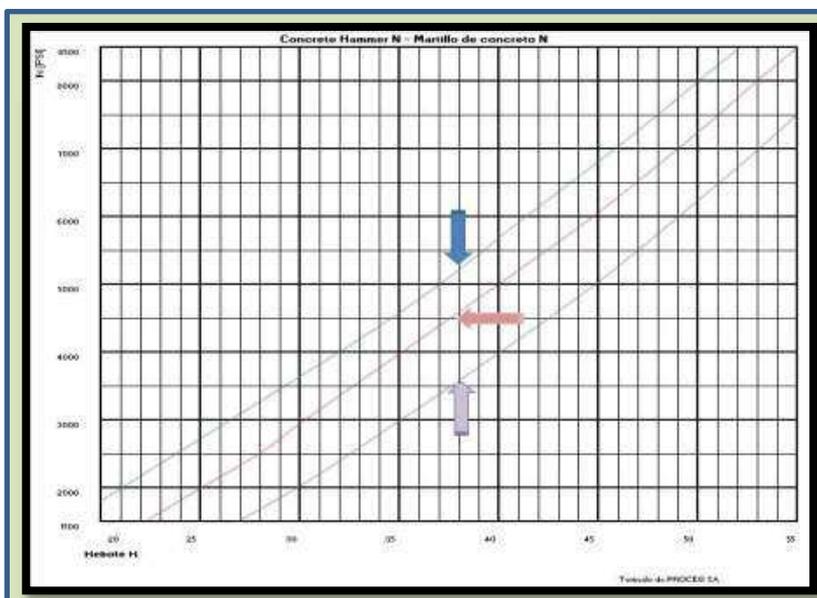
**Figura No. 3** Segunda viga de ensayo afectada

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Párraga Salmerón María Nelly

| A 15cm de cara de columna X | En el centro de la luz | A 15cm de cara de columna Y |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 31.5                        | 29.5                   | 30.0                        |

**Tabla No. 4** Toma de resultados con el esclerómetro

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Párraga Salmerón María Nelly



**Tabla No. 5** Curva de resistencia de la segunda viga

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Párraga Salmerón María Nelly

Aplicando la tabla de conversiones tenemos:

|                          | Extremo X | Centro de la luz | Extremo Y |
|--------------------------|-----------|------------------|-----------|
| <b>PSI</b>               | 2750      | 2100             | 2500      |
| <b>Kg/cm<sup>2</sup></b> | 193.39    | 147.68           | 175.80    |

**Tabla No 6.** Tabla de Conversiones de Resultados de la segunda

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Párraga Salmerón María Nelly

## 2.1 DISEÑO

El estado actual de la estructura, previa a la inspección se tomó los datos con el propósito de aumentar la capacidad portante o su estabilidad con la existente, esto permitirá estudiar que método sería el adecuado para reforzar la viga y tenga una mejor funcionalidad a la existente, mediante la evaluación se obtuvo el siguiente resultado.

Siendo el hormigón el material más utilizado en la construcción por su alto consumo se da la necesidad de estudiar los materiales y propiedades para la obtención de una resistencia óptima según las normas.

### MATERIALES.

#### Cemento

El cemento se aplica en el hormigón para recrecido, cumpliendo las especificaciones y prescripciones de las normas así como su dosificación para determinado trabajo a realizar

#### Agua

Este debe ser potable y totalmente libre de impurezas como, álcalis, ácidos, materia vegetal en descomposición, aceites, aguas de albañiles, o cantidades excesivas de limo

Los agregados Estos ocupan una gran parte en los componentes del hormigón con el 75% de su volumen y su influencia depende de la textura y su forma y del estado que se encuentre sea fresco así como endurecido volviéndose activos al combinarse con el cemento y aditivos involucrando cambios físicos, químicos o térmico o combinación de la misma la cual pueden limitar la resistencia lo cual pueden afectar la durabilidad así como su comportamiento

Su granulometría es un parámetro fundamental para la dosificación puesto que constituye el esqueleto del concreto al tener una gran influencia sobre las siguientes propiedades:

| <b>CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS QUE INCIDEN EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO</b>  |   |
|--|---|
| <b>Propiedades del Concreto</b>  | <b>Características de los Agregados</b>   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durabilidad.</li> <li>• Resistencia.</li> <li>• Cambio de volumen.</li> <li>• Peso específico.</li> <li>• Módulo de elasticidad.</li> <li>• Resistencia al desgaste</li> <li>• Dosificación.</li> <li>• Trabajabilidad.</li> <li>• Bombeabilidad.</li> <li>• Acabado de concreto</li> <li>• Tiempo de fraguado.</li> <li>• Exudación.</li> <li>• Economía.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Composición mineralógica Textura superficial.</li> <li>• Dureza.</li> <li>• Módulo de elasticidad.</li> <li>• Coeficiente de dilatación térmica.</li> <li>• Resistencia a la tensión.</li> <li>• Partículas friables.</li> <li>• Absorción.</li> <li>• Permeabilidad.</li> <li>• Estructuras de los polos.</li> <li>• Estabilidad del volumen.</li> <li>• Granulometría.</li> <li>• Tamaño máximo.</li> <li>• Finos.</li> <li>• Forma.</li> <li>• Estabilidad química.</li> <li>• Sales solubles.</li> <li>• Adherencia en los gramos.</li> <li>• Partículas de arcillas.</li> <li>• Materia orgánica.</li> <li>• Sensibilidad al agua.</li> <li>• Solubilidad en agua.</li> </ul> |

**Tabla No. 7** Propiedades del concreto

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

La granulometría de los agregados finos debe estar dentro de los siguientes límites con un módulo de finura entre 2.3 y 3.1 y el pasante del tamiz 200 no será mayor del 3% para hormigón sujeto a desgaste y no mayor del 5% para otro caso, libres de raíces, micas, limos o material que afecte la resistencia del mismo debe cumplir las siguientes condiciones

| Malla No. | % que pasa |
|-----------|------------|
| 3/8       | 100        |
| 4         | 95-100     |
| 8         | 80-100     |
| 16        | 50-85      |
| 30        | 25-60      |
| 50        | 10-30      |
| 100       | 2-10       |

**Tabla No 8.** Tabla de Tamices según la norma

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

La granulometría de agregados grueso debe estar libre de materiales descompuestos y sin exceso de piedra plana, y dependiendo de su función debe cumplir los siguientes:

Para fundaciones:

| Tamiz que pasa | %        |
|----------------|----------|
| 2-1/2          | 100      |
| 2"             | 95 a 100 |
| 1"             | 35 a 70  |
| 1/2            | 10 a 30  |
| No. 4          | 0 a 5    |

**Tabla No 9.** Granulometría para fundaciones

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

Para columnas y paredes:

| Tamiz que pasa | %        |
|----------------|----------|
| 1-1/2"         | 100      |
| 1"             | 95 a 100 |
| 1/2"           | 25 a 70  |
| No. 4          | 0 a 10   |
| No. 8          | 0 a 5    |

**Tabla No 10.** Granulometría Columnas y Paredes.

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

Para losas y vigas:

| Tamiz que pasa | %        |
|----------------|----------|
| 2"             | 100      |
| 1-1/2"         | 95 a 100 |
| 3/4"           | 35 a 70  |
| 3/8"           | 10 a 30  |
| No. 4          | 0 a 5    |

**Tabla No 11.** Granulometría de losas y vigas.

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

Los requisitos de la norma ASTM C 33 para granulometría de agregados gruesos, permite un amplio rango de granulometrías y una diversidad de tamaños granulométricos, como aparece continuación.

REQUISITOS DE GRANULOMETRIA PARA AGREGADO GRUESO, SEGÚN ASTM C 33.

| N° de Tamaño | Tamaño al (mallas con aberturas cuadradas) | Cantidades menores que pasan cada malla de laboratorio ( aberturas cuadradas), por cientos en peso |          |      |          |          |          |          |          |          |          |         |        |       |  |
|--------------|--|--|----------|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|--------|-------|--|
|              |  | 100  | 90 a 100 | ---- | 25 a 60  | ----     | 0 a 15   | ----     | 0 a 5    | ----     | ----     | ----    | ----   | ----  |  |
| 1            | 90 a 37.5 mm                               | 100  | 90 a 100 | ---- | 25 a 60  | ----     | 0 a 15   | ----     | 0 a 5    | ----     | ----     | ----    | ----   | ----  |  |
| 2            | 63 a 37.5 mm                               | ----   | ----     | 100  | 90 a 100 | 35 a 70  | 0 a 15   | ----     | 0 a 5    | ----     | ----     | ----    | ----   | ----  |  |
| 3            | 50 a 25.0 mm                               | ----   | ----     | ---- | 100      | 90 a 100 | 35 a 70  | 0 a 15   | ----     | 0 a 5    | ----     | ----    | ----   | ----  |  |
| 357          | 50 a 4.75 mm                               | ----   | ----     | ---- | 100      | 95 a 100 | ----     | 35 a 70  | ----     | 10 a 30  | ----     | 0 a 5   | ----   | ----  |  |
| 4            | 37.5 a 19.0 mm                             | ----   | ----     | ---- | ----     | 100      | 90 a 100 | 20 a 15  | 0 a 15   | ----     | 0 a 5    | ----    | ----   | ----  |  |
| 467          | 37.5 a 4.75 mm                             | ---  | ----     | ---- | ----     | 100      | 95 a 100 | ---      | 35 a 70  | ---      | 10 a 30  | 0 a 5   | ---    | ---   |  |
| 5            | 25.0 a 12.5 mm                             | ---  | ---      | ---  | ---      | ---      | 100      | 90 a 100 | 20 a 15  | 0 a 15   | 0 a 5    | ---     | ---    | ---   |  |
| 56           | 25.0 a 9.5                                 | ---  | ---      | ---  | ---      | ---      | 100      | 90 a 100 | 40 a 85  | 10 a 40  | 0 a 15   | 0 a 5   | ---    | ---   |  |
| 57           | 25.0 a 4.75                                | ---  | ---      | ---  | ---      | ---      | 100      | 90 a 100 | ----     | 25 a 60  | ---      | 0 a 10  | 0 a 5  | ---   |  |
| 6            | 19.0 a 9.5 mm                              | ---  | ---      | ---  | ---      | ---      | ---      | 100      | 90 a 100 | 20 a 15  | 0 a 15   | 0 a 5   | ---    | ---   |  |
| 67           | 19 a 4.75 mm                               | ---  | ---      | ---  | ---      | ---      | ---      | 100      | 90 a 100 | ---      | 25 a 60  | 0 a 10  | 0 a 5  | ---   |  |
| 7            | 12.5 a 4.75 mm                             | ---  | ---      | ---  | ---      | ---      | ---      | ----     | 100      | 90 a 100 | 40 a 70  | 0 a 15  | 0 a 5  | ---   |  |
| 8            | 9.5 a 2.36 mm                              | ---  | ---      | ---  | ---      | ---      | ---      | ----     | ---      | 100      | 85 a 100 | 10 a 30 | 0 a 10 | 0 a 5 |  |

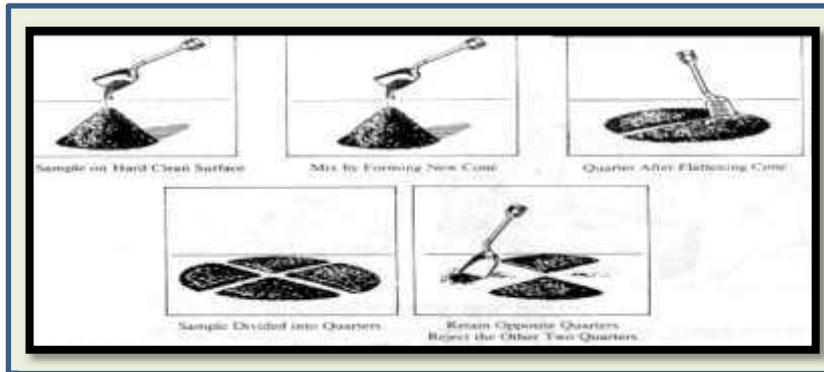
Tabla No. 12 Granulometría de agregados según la norma ASTM C33

Fuente: Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

## MATERIAL Y EQUIPO

- Balanza.
- Serie de tamices.
- Agregado

Se coloca la muestra en una superficie dura previamente limpia y seca, se mezcla hasta formar una pila. Posteriormente se aplanan de forma un espesor y diámetro uniforme de tal manera que cada cuarto de pila contenga el material originario la cual esta deberá ser cuatro a ocho veces el espesor.



**Figura No 3.** Cuarteo de la Grava

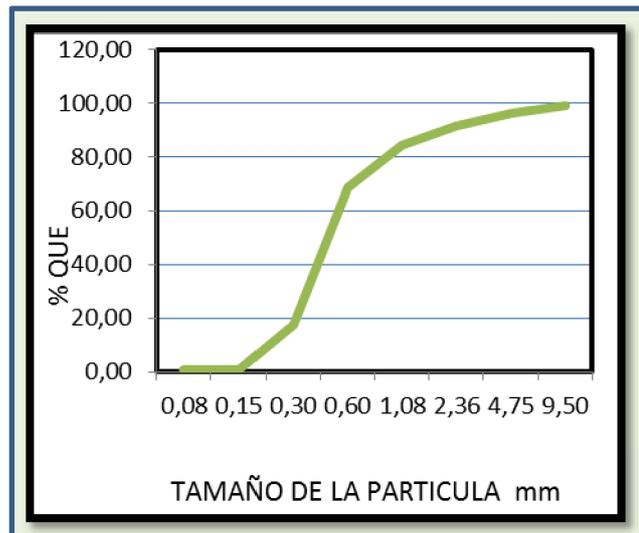
**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

| ENSAYO DE GRANULOMETRIA |       |                       |                  |                         |                      |            |
|-------------------------|-------|-----------------------|------------------|-------------------------|----------------------|------------|
| AGREGADO                | 12,5  | Mm                    | peso inicial     | 4661,15                 |                      |            |
| MALLA                   |       | Peso Retenido Parcial | Retenido Parcial | Peso Retenido Acumulado | Porcentaj e que Pasa | ESPECIFICA |
| NOMBRE                  | mm    |                       |                  |                         |                      |            |
| 2"                      |       | 0                     | 0,00             | 0,00                    | 100,00               | 100        |
| 1"                      | 25,00 | 67,00                 | 67,00            | 2,23                    | 97,77                | 95-100     |
| ¾"                      | 19,00 | 675,00                | 742,00           | 24,73                   | 75,27                |            |
| 1/2"                    | 12,50 | 1392,00               | 2134,00          | 71,13                   | 28,87                | 25-70      |
| 3/8"                    | 9,50  | 289,00                | 2423,00          | 80,77                   | 19,23                |            |
| N°4                     | 4,75  | 462,00                | 2885,00          | 96,17                   | 3,83                 | 0-10       |
| Fondo                   |       | 115,00                | 3000,00          | 100,00                  | 0,00                 |            |
| <b>TOTAL</b>            |       | <b>3000</b>           |                  |                         |                      |            |

| AGRTREGADO |      | peso inicial          |                  | 1000                    |                     |                  |
|------------|------|-----------------------|------------------|-------------------------|---------------------|------------------|
| MALLA      |      | Peso Retenido Parcial | Retenido Parcial | Peso Retenido Acumulado | Porcentaje que Pasa | ESPECIFICACIONES |
| NOMBRE     | mm   |                       |                  |                         |                     |                  |
| 3/8"       | 9,50 | 7,33                  | 7,33             | 0,73                    | 99,27               | 100              |
| N°4        | 4,75 | 30,33                 | 37,66            | 3,77                    | 96,23               | 95 a 100         |
| N°8        | 2,36 | 49,33                 | 86,99            | 8,70                    | 91,30               | 80 a 100         |
| N°16       | 1,08 | 69,33                 | 156,32           | 15,63                   | 84,37               | 50 a 85          |
| N°30       | 0,60 | 158,39                | 314,71           | 31,47                   | 68,53               | 25 a 60          |
| N°50       | 0,30 | 508,29                | 823,00           | 82,30                   | 17,70               | 10 a 30          |
| N°100      | 0,15 | 167,33                | 990,33           | 99,03                   | 0,97                | 2 a 10           |
| N°200      | 0,08 | 3,33                  | 993,67           | 99,37                   | 0,63                |                  |
| Fondo      |      | 6,33                  | 1000,00          | 100,00                  |                     |                  |
| TOTAL      |      | 1.000,00              |                  |                         |                     |                  |

**Tabla No. 14** Curva Granulométrica del Agregado Grueso

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Párraga Salmerón María Nelly



**Tabla No 15.** Granulometría de Fino

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Párraga Salmerón María Nelly

## 2.2 ENSAYO A FLEXIÓN

La resistencia a flexión es una medida de la resistencia a tracción del hormigón.<sup>1</sup> La resistencia del concreto es referida mediante el módulo de rotura siendo importante en la estructura y el ensayo a flexión se lo realiza

<sup>1</sup> Nrmca. El Hormigón en la práctica, Nacional Ready Mixed Concrete Association [www.nrmca.org](http://www.nrmca.org)

mediante una o dos cargas concentradas, se elaboran las probetas vaciando el concreto fresco en dos capas en moldes compactando cada capa con una varilla con aproximadamente 60 golpes siendo una longitud de 50cm apoyados en su dos extremos como muestra la siguiente figura.



**Figura No. 4** muestra de viga para ensayo

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

Un factor que afecta la resistencia del concreto, es el endurecimiento al pasar de estado plástico ha endurecido ya que el tiempo de fraguado depende de las condiciones de clima y temperatura si la mezcla pierde o no calor de hidratación, y el proceso de resistencia sea lento o rápido.

El sobre cargas de uso depende de la ocupación a la que esta destinada la edificación, las sobrecargas mínimas a considerar son las siguientes:

Uso de la edificación:

Hostal

Características:

- 1 planta alta
- Entrepiso de madera
- Cubierta de zinc y soportada por travesaños de madera
- Paredes de ladrillo unidas con mortero y enlucidas (h=4m)

## 2.2.1. CARGAS DE SERVICIO

La carga es la fuerza que se ejerce sobre objeto, y el tiempo que tarda una estructura en delinear una modificación completa se llama periodo fundamental y las cargas actuantes sobre estas son:

### 2.2.1.1 LAS CARGAS VIVAS

Estas incluyen las fuerzas variables en un mismo tiempo como: gente vehículo, impactos, efectos sísmicos, etc. la cual dependen del tipo de estructuras, su uso, así como su geografía y según su disposición pueden ser:

- Cargas Distribuida, son las que se reparten de forma uniforme sobre la estructura.
- Cargas Concentradas, son las que se aplican en un área determinada sobre la estructura.

La siguiente tabla indica carga uniforme y concentrada según la necesidad para lo cual va hacer estudiada.

| RESIDENCIA   | CARGA UNIFORME                               | CARGA CONCENTRADA |
|--|--|-------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Viviendas unifamiliares y bifamiliares.</li><li>• Hoteles y residencias multifamiliares.</li><li>• Salones de uso público y sus corredores</li></ul> | 0.200 Tn /m2<br>0.200 Tn /m2<br>0.489 Tn /m2 |                   |

**Cuadro No. 16** Cargas de servicios

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

### 2.2.1.2. CARGA MUERTA

Estás actúan sobre la vida de la estructura la cual incluyen los elementos de la estructura como; vigas, piso, techos, columnas, cubiertas, y elementos arquitectónicos, aunque su principal carga es el peso propio de la estructura, y según su disposición pueden ser:

- Cargas Distribuida, son las que se reparten de forma uniforme sobre la estructura.
- Cargas Concentradas, son las que se aplican en un área determinada sobre la estructura.

### 2.2.3 PESOS ESPECÍFICOS DE LOS MATERIALES

Es la cantidad de materia, en peso contenida en una unidad de volumen, la relación entre la densidad de una sustancia y la de otra, tomando como patrón generalmente para sólidos y líquidos se emplea el agua destilada y para gases, el aire o el hidrogeno llamada también gravedad específica, en la siguiente tabla define el material a usar

Para este desarrollo es necesario tomar en cuenta el peso específico de los materiales que actúan como carga muerta en la edificación a estudiar. La siguiente tabla indica el peso de los materiales que conforma el hostal

| PESO ESPECÍFICO DE LOS MATERIALES   |   |
|---|---|
| Designación Material  | Peso Específico $8\text{kg}/\text{M}^3$ |
| Mortero <ul style="list-style-type: none"><li>• cemento y arena</li></ul> | 2.2 Tn/ $\text{m}^3$                    |
| Ladrillo  | 1.8 Tn/ $\text{m}^3$                    |
| Zicn  | 7.2 Tn/ $\text{m}^3$                    |
| Madera (algarrobo)  | 0.810 Tn/ $\text{m}^3$                  |

**Tabla No. 17** Pesos Específicos

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

## CAPÍTULO III

### 3. ANALISIS DE RESULTADOS

#### 3.1. ANALISIS DE CARGA

Mediante este procedimiento se obtiene el peso de cada material por metro cuadrado.

$$P. \text{ Madera} = (1*1*0.025) \text{ m}^3 * 810 \text{ Kg/m}^3 = 20.25 \text{ Kg/m}^3 \approx \mathbf{0.020 \text{ Tn/m}}$$

$$P. \text{ cubierta} = 7200 \text{ kg/m}^2 * 0.00025 \text{ m}^3 = \mathbf{0.0018 \text{ T/m}}$$

$$P. \text{ paredes} = \mathbf{0.180 \text{ Tn/ m}}$$

$$P. \text{ enlucido} = (1*1*0.02) * 2.2 \text{ Tn/ m}^2 = \mathbf{0.044 \text{ Tn/ m}}$$

$$\mathbf{CARGA MUERTA = 0.246}$$

#### 3.1.1. DOSIFICACIÓN DE HORMIGONES Y MORTEROS POR MEDIO DEL MÉTODO DE LOS COEFICIENTES DE APORTES

Mediante este método se puede encontrar el diseño de la mezcla mediante la dosificación 1:2:4, Para un correcto diseño de mezcla por medio de los métodos empíricos de Fuller, Bolomey, ACI, O'Reilly, etc. En este los coeficientes de aportes se establecen las reducciones de los materiales desde que elaboramos la mezcla hasta colocarlo, ya que debido a la compactación y otros manejos cada material disminuirá en diferentes proporciones de acuerdo a su naturaleza específica. Así tendremos que el agua mantiene siempre su valor igual, pero los demás variaran.

Para el ensayo se utilizó una dosificación de 1-2-4 es decir para una mezcla de hormigón de una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, es decir se mezcla 1 balde de cemento, 2 de arena y 4 de piedra,

### 3.1.2 MÉTODO COEFICIENTES DE APORTE

Los coeficientes de aporte se utilizan para establecer las reducciones de los materiales al elaborar la mezcla hasta su colocación, debido a la compactación y otros manejos el material disminuye en diferentes proporciones de acuerdo a su naturaleza específica.

| Material                              | Coefficiente de aporte |
|---------------------------------------|------------------------|
| Arena gruesa ( naturalmente humedad)  | 0.63                   |
| Arena Mediana ( naturalmente humedad) | 0.60                   |
| Arena gruesa seca                     | 0.67                   |
| Arena fina seca                       | 0.54                   |
| Cal en pasta                          | 1.00                   |
| Cal en polvo                          | 0.45                   |
| Canto rodado o grava                  | 0.66                   |
| Cascote de ladrillo                   | 0.60                   |
| Cemento Portland                      | 0.47                   |
| Cementos Blancos                      | 0.37                   |
| Marmol granulado                      | 0.52                   |
| Piedra partida ( pedregullo)          | 0.51                   |
| Polvo de ladrillo puro                | 0.56                   |
| Polvo de ladrillo de demolición       | 0.53                   |
| Yeso paris                            | 1.40                   |

**Cuadro No. 18.** Coeficiente de Aporte de Materiales

Fuente: Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Párraga Salmerón María Nelly

### 3.1.3. CÁLCULO DEL HORMIGÓN ESTRUCTURAL DE 210 KG/CM<sup>2</sup>

#### 3.1.3.1. DOSIFICACIÓN

Permite establecer proporciones apropiados de los materiales que conforma el concreto

**1:2:4**

#### 3.1.3.2. VOLÚMEN APARENTE

Es la suma de todos los volúmenes unitarios sumándole la proporción correspondiente al agua.

$$1+2+4 = 7$$

Se estima el 10 % de agua

$$7 \cdot 0.10 = 0.70$$

Volumen total aparente = **7.70**

### 3.1.3.3. VOLÚMEN DE LA MEZCLA

Para obtener la mezcla se utiliza la Cuadro No.8 del coeficiente de aporte para cada material

- Cemento =  $1 \cdot 0.47 = 0.47 \text{ m}^3$
- Arena =  $2 \cdot 0.67 = 1.34 \text{ m}^3$
- Grava =  $4 \cdot 0.51 = 2.04 \text{ m}^3$
- Agua =  $0.70 \text{ m}^3$

Volumen real =  $0.47 + 1.34 + 2.04 + 0.70 = 4.5 \text{ m}^3$

### 3.1.3.4. CÁLCULO DE LOS MATERIALES POR M<sup>3</sup>

En el procedimiento se toma en cuenta el peso específico del cemento el cual es  $1400 \text{ Kg/m}^3$ ; el cual se divide el peso del cemento para el volumen real dando como resultado los sacos de cemento para la mezcla.

- ❖  $1400 \text{ kg/cm}^2 / 4.55 = 307.6 \text{ Kg. de cemento.}$
- ❖  $2 / 4.55 = 0.44 \text{ m}^3$  de arena.
- ❖  $4 / 4.55 = 0.88 \text{ m}^3$  de grava.

Finalmente la mezcla del hormigón estructural de  $210 \text{ kg/cm}^2$  se tiene.

- 6 fundas **de** cemento de 50 kg.
- $0.44 \text{ m}^3$  Arena.
- $0.88 \text{ m}^3$  Grava.
- $0.70 \text{ m}^3$  Agua.

### 3.1.3. MÉTODO DE BAJAS DE CARGAS

Son fuerzas externas de la estructura que mediante un proceso son canalizadas que inician en la cubierta convirtiéndose en fuerza actuando y desviadas hacia los cimientos. Para el estudio se realizara el siguiente proceso:

#### 3.1.4.1. SE IDENTIFICA LA LOSA.

Se tomara como losa en dos direcciones para la relación del lado largo y lado corto ya que estas descargas los pesos por los cuatro lados donde se debe cumplir con la siguiente condición.

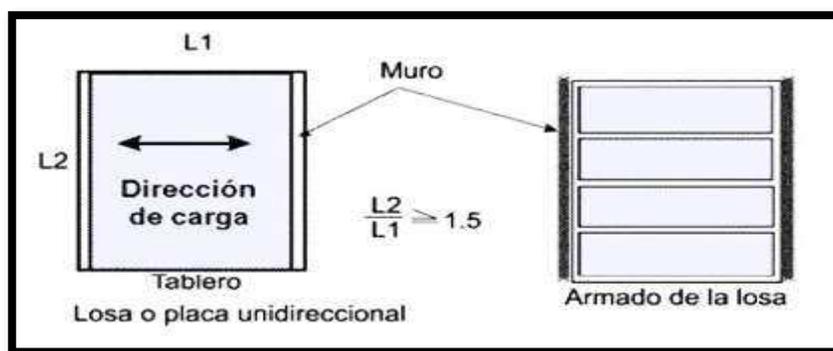
Lb = luz mayor

La = luz menor

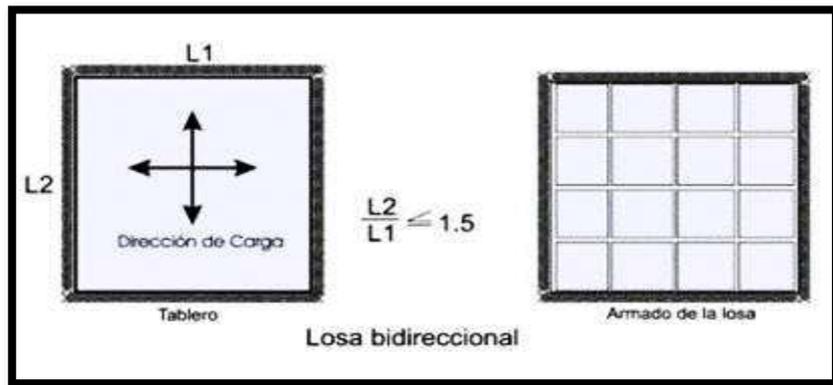
Se debe verificar la relación luces mediante la dirección

$$\frac{L_{mayor}}{L_{menor}} \geq 1,5 \rightarrow \text{Armar en la dirección mas corta} \quad (1)$$

$$\frac{L_{mayor}}{L_{menor}} < 1,5 \rightarrow \text{Armar en dos direcciones} \quad (2)$$



**Figura 5 \_ Losa armada en una dirección**  
Fuente: Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly



**Figura 6 \_ Losa armada en dos direcciones**  
**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
 Pàrraga Salmerón María Nelly

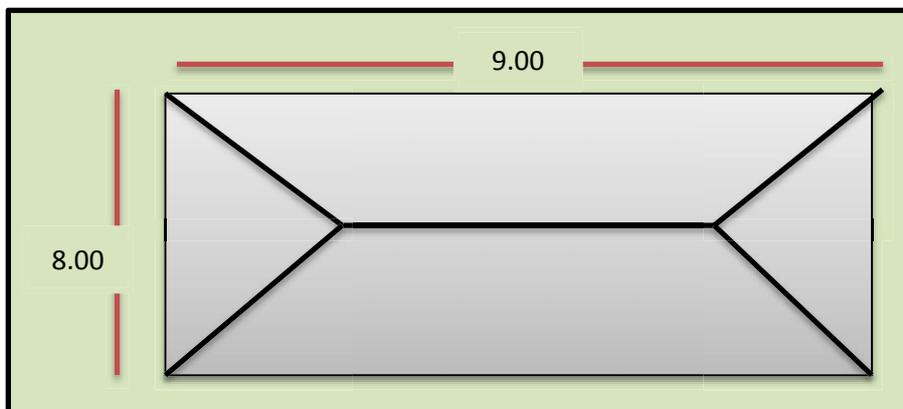
### 3.1.4.2. ANÁLISIS DE CARGAS

Se determina el peso repartido por cada metro cuadrado resultante de todos los pesos como de carga viva y carga muerta según las normas.

$$W_{total} = 0.446 \text{ Tn/m}$$

### 3.1.4.3. ÁREAS TRIBUTARIAS

Es la superficie de la losa distribuida por medio de triángulos que sería el lado corto y trapecios el lado largo a partir de cada vértice, trazadas líneas de 45 grados.



**Figura No. 7 Losa Distribuida**  
**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
 Pàrraga Salmerón María Nelly

## CÁLCULO

### ÁREA DEL TABLERO.

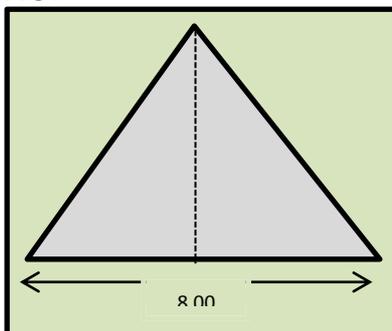
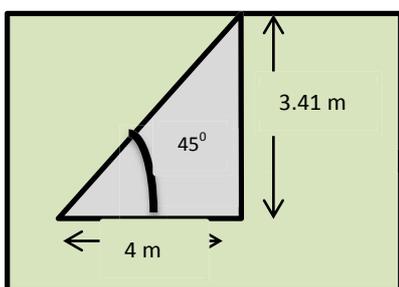


Figura No. 8 Área de Triángulo

Fuente: Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

Se descompone la figura base en triángulo rectángulo sacando el área por medio del teorema de Pitágoras.

Para el cálculo se toma como base de referencia el Angulo de 45 grados, conociendo un lado



$$\operatorname{tg} 45 = \frac{Op}{Ady}$$

$$\cos 45 = \frac{Ady}{Hip}$$

Figura No.9 Área de Triángulo

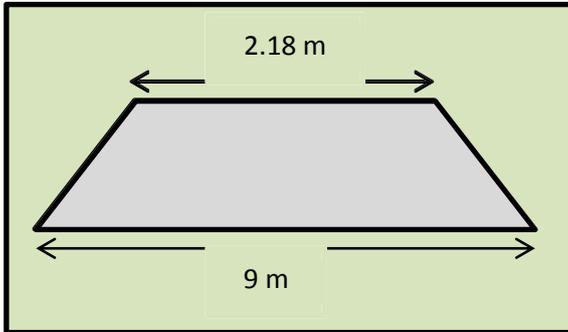
Fuente: Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

Donde

- $Op = \operatorname{tg} 45 * 4m = 3.41 m$
- $Hip = \frac{Ady}{\cos 45} = \frac{4}{0.76} = 5.26$
- $\text{Área} = \frac{4*3.41}{2} = 6.82 m^2 * 2 = 13.64 m^2$

## CÁLCULO DEL TRAPEZIO

Este es un cuadrilátero que tiene dos lados paralelos



$$A = \frac{(B+b)*h}{2}$$

$$A = \frac{(9+2.18)*4}{2} = 22.36 \text{ m}^2$$

Figura No. 10 Área de Trapecio.

Fuente: Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

## CARGAS DEL TABLEROS

Para obtener el peso de los tableros se realiza mediante el siguiente proceso.

1. (Área del triángulo\* W) / Lado Corto.

$$\diamond (13.64 \text{ m}^2 * 0.446 \text{ Tn/ m}^2) / 8 = \mathbf{0.760 \text{ Tn / m}}$$

2. (Área del trapecio\* W) / Lado largo

$$\diamond (22.36 \text{ m}^2 * 0.446 \text{ Tn/ m}^2) / 9 = \mathbf{1.247 \text{ Tn / m}}$$

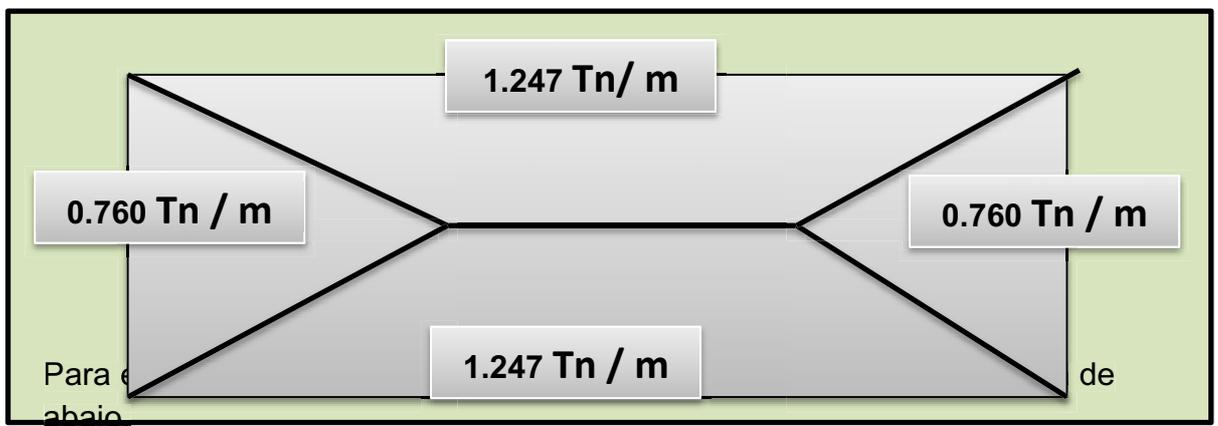
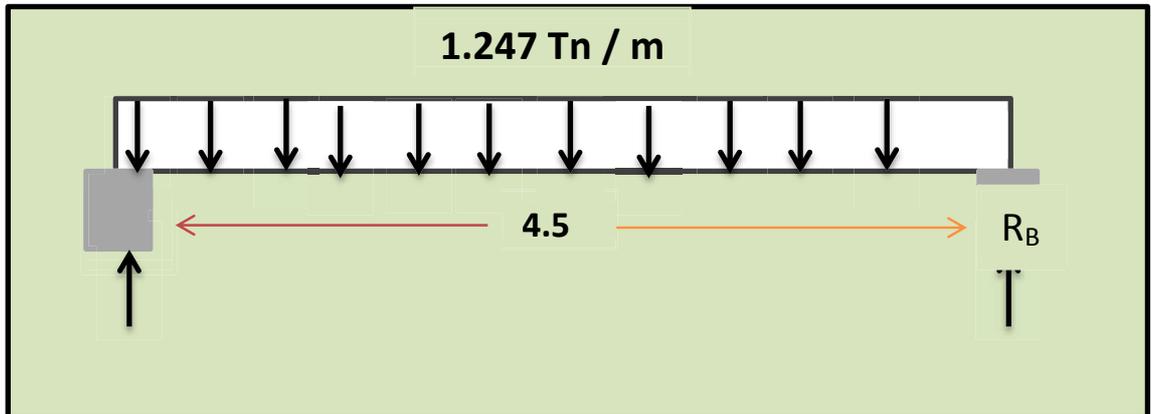


Figura No. 11 Losa con Cargas Distribuida

Fuente: Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

DONDE



### CÁLCULO DE LA VIGA

Como se muestra en la figura anterior es una viga uniformemente repartida, es decir que esta aplicada sobre toda la longitud de la viga.

### TRANSFORMAR EN CARGA PUNTUAL

Es la carga que actúa sobre un punto determinado de la viga

Dónde:

Se multiplica la carga repartida por la longitud de la viga.

$$P = 1.247 \text{ Tn / m} * 4.5\text{m} = 5.612 \text{ Tn}$$

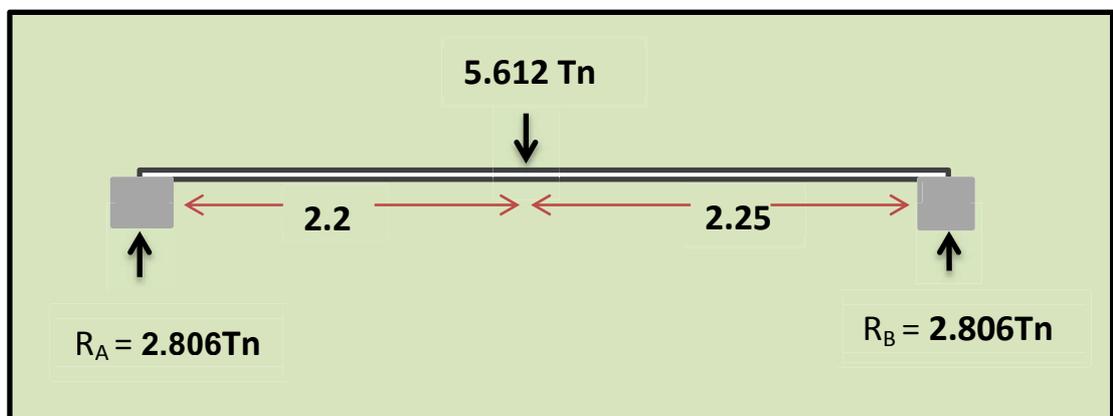


Figura No. 13. Viga con Puntual

Fuente: Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

## CÁLCULO DE REACCIONES.

$$\Sigma M_A = 0 \quad + \quad \uparrow - \quad \downarrow$$

$$0 = 4.5R_B - (5.612 \cdot 2.25)$$

$$R_B = 12.627/4.5$$

$$R_B = 2.806$$

$$\Sigma V = 0 \quad \uparrow - \quad \downarrow +$$

$$0 = 5.612 \text{ Tn} - R_A - 2.806$$

$$0 = 2.806 - R_A$$

$$R_A = 2.806 \text{ Tn}$$

## DIAGRAMA DE MOMENTO Y CORTANTE DE LA VIGA

Es el paso que muestra las fuerzas internas de una viga y determinar las deformaciones siempre y cuando el comportamiento de la estructura se encuentre dentro del rango elástico y las deformaciones sean pequeñas.

## MÉTODO DE LAS SECCIONES

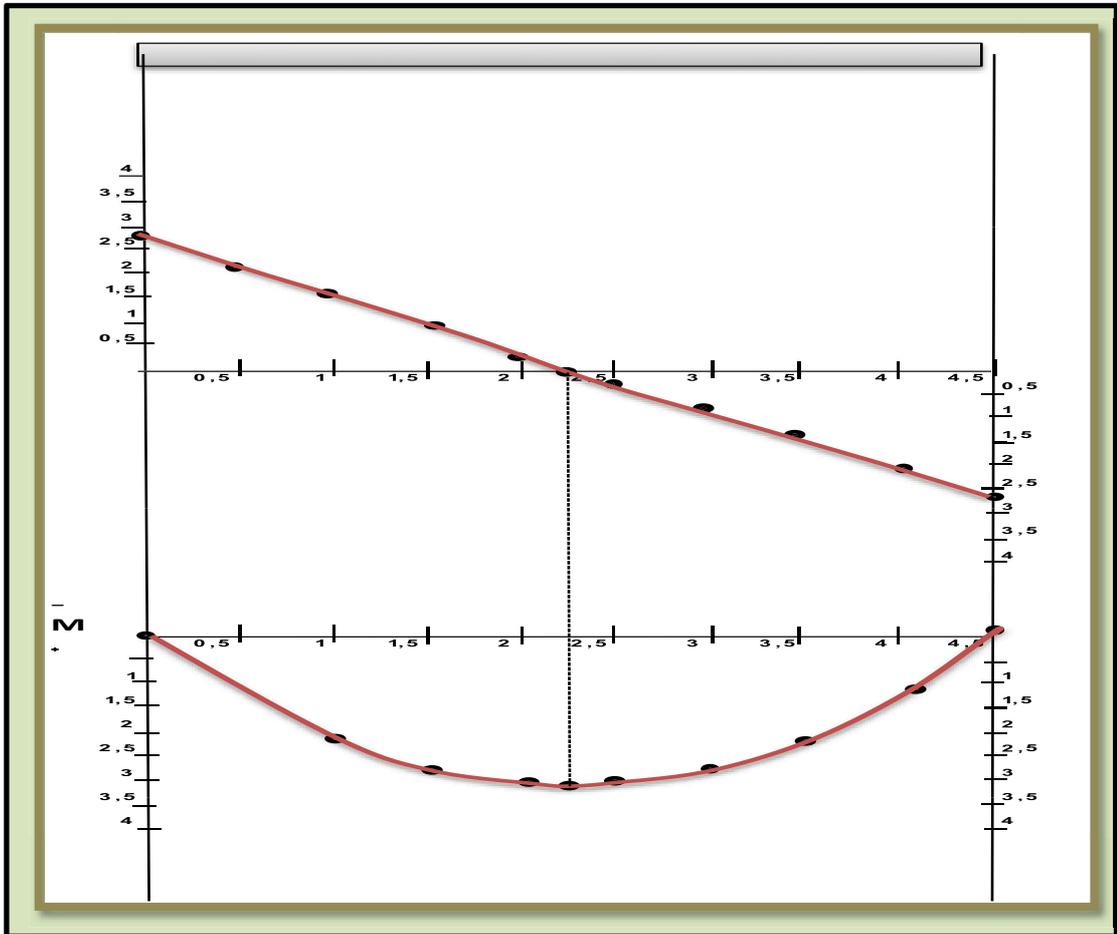
Mediante este método se determina fuerzas internas o solicitaciones transversales de la viga.

$$\text{Sección a'-a } 0 \leq x \leq 4.5$$

$$V_{a'-a} = 2.806 - 1.247 x$$

$$M_{a'-a} = 2.806x - 0.624 x^2$$

$$M_u = 3.155 \text{ Tn-m}$$



**Figura No. 14.** Diagrama de Corte y Momento

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

| X    | V       | M       |
|------|---------|---------|
| 0    | 2,806   | 0       |
| 1    | 1,559   | 2,182   |
| 1,5  | 0,9355  | 2,805   |
| 2    | 0,312   | 2,45456 |
| 2,25 | 0,00025 | 3,1545  |
| 2,5  | -0,3115 | 3,115   |
| 3    | -0,935  | 2,802   |
| 3,5  | -1,5585 | 2,177   |
| 4    | -2,182  | 1,24    |
| 4,5  | -2,8055 | -0,009  |

Tabla No 6. Valores de X

## 4. MÉTODO DEL RECRECIDO CON HORMIGÓN ARMADO

Este método permite aumentar la sección de la sección de la viga para soportar cargas superiores a las originales para aumentar su trabajabilidad con características de fluidez y consistencia

### Datos

|          |                    |                    |
|----------|--------------------|--------------------|
| $E_s =$  | $2,10 \times 10^6$ | kg/cm <sup>2</sup> |
| $F'_c =$ | 210                | kg/cm <sup>2</sup> |
| $f_y =$  | 4200               | kg/cm <sup>2</sup> |
| $C_m =$  | 0,246              | Tn/m <sup>2</sup>  |
| $C_v =$  | 0,200              | Tn/m <sup>2</sup>  |
| $b =$    | 20                 | cm                 |
| $h =$    | 37                 | cm                 |
| $l =$    | 4,5                | m                  |
| $d =$    | 32                 | cm                 |
| $r =$    | 5                  | cm                 |

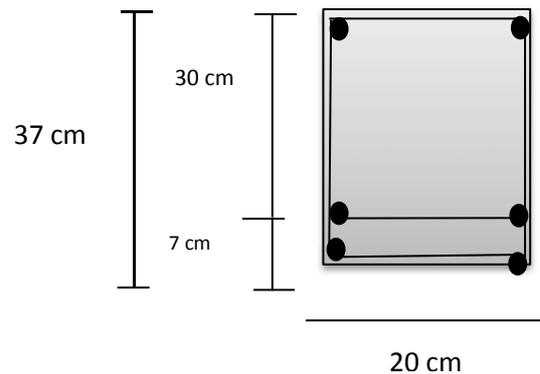


Figura N°. 15

Fuente: Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

### 4.1. REVICIÓN DE LOS ESFUERZOS CORTANTES

Son fuerzas aplicadas a un elemento estructural produciendo efecto de deslizamiento de una parte del mismo con respecto a otra.

#### 1. CÁLCULO DE LAS CARGAS MAYORISADAS

Son cargas que se obtienen como el producto de una carga nominal con un coeficiente de carga

$$V_u = \frac{VL}{2}$$

**Form 1.1** pág. 17

$$V = 1.4 C_m + 1.7 C_v$$

**Form 1.2** pág. 17

$$V = 1.4 * 0.246 + 1.7 * 0.200 = 0.684$$

$$Vu = \frac{0.684 * 4.5}{2} = 1.539 T$$

$$f_{adm} = 0.5 f'c$$

**Form 3.1**

$$f_{adm} = 0.5 f'c = 0.5 * 210 105 Kg/cm^2$$

$$f_{acort} = \frac{Vu}{bc * bv}$$

**Form 1.3** pág. 17

$$f_{acort} = \frac{1.539 * 1000Kg}{37 * 20} = 2.079Kg/cm$$

## CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA CORTANTE DEL CONCRETO

La fuerza cortante en un elemento de concreto, es el desarrollo de los esfuerzos inclinados con respecto al eje longitudinal del miembro

$$Mu = \frac{WL^2}{8}$$

**Form 1.4** pág. 17

$$MCv = \frac{0.246 * 4.5^2}{8} = 0.622 T - m$$

$$MCm = \frac{0.200 * 4.5^2}{8} = 0.506 T - m$$

**Form 1.5** pág. 17

$$Mu = 1.4 * 0.622 + 1.7 * 0.506 = 0.972 T - m$$

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

**Form 1.6** pág. 17

$$Vc = \left(3.5 - 2.5 \frac{Mu}{Vu * d}\right) * \left(0.5 \sqrt{f'c} + 175\rho \frac{Vu * d}{Mu}\right) * b * d$$

**Form 1.6** pág. 17

$$Vc = \left(3.5 - 2.5 \frac{97200}{1539 * 32}\right) * \left(0.5 \sqrt{210} + 175 * 0.0035 * \frac{1539 * 32}{97200}\right) * 20 * 32$$

$$Vc = 6928.842kg$$

Condición  $\rightarrow Vc > Vu$

## DISEÑO A FLEXIÓN

La viga a flexión de a la aplicación de cargas transversales al eje longitudinal de miembro o debido a la aplicación de momento concentrado en los claros y/o extremos.

### 1. MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

El módulo de elasticidad es un parámetro muy importante en el análisis de las estructuras de concreto ya que se emplea en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales

$$E_c = 15000\sqrt{210} \text{ Kg/cm}^2 = 217370.65 * 10^5 \text{kg/m}^2 \quad \text{Form 1.8 pág. 18}$$

### 2.- MÓDULO DE ROTURA

Esta es la flexión al esfuerzo máximo en la fibra cuando se produce fallo.

$$f_r = 1,970\sqrt{210} \text{ Kg/cm}^2 = 28,55 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Form 1.9 pág. 18}$$

$$I_g = \frac{bxh^3}{12} = \frac{20 * 37^3}{12} = 84421.667 \text{ cm}^4 \quad \text{Form 1.12 pág. 18}$$

$$y_t = \frac{H}{2} = \frac{37}{2} = 18.5 \text{ cm} \quad \text{Form 3.2}$$

### 3.- MOMENTO DE AGRIETAMIENTO

Es el momento flector interno que produce grietas en el comportamiento de la viga

$$M_{cr} = \frac{f_r * I_g}{y_t} = \frac{28.55 \frac{kg}{cm^2} * 84421.667 cm^4}{18.5 cm} = 130283.1667 kg - cm \quad \text{Form 1.10 pág. 18}$$

$$I_{cr} = \frac{bc^3}{3} + nAs(d - c)^2 \quad \text{Form 3.3}$$

$$I_{cr} = = \frac{20 * 16.866^3}{3} + 9.66 * 2.262 * (32 - 9.66) m^4 = 322473.052 cm^4$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2,10 \times 10^6 kg/cm^2}{2.17 * 10^5 kg/cm^2} = 9,66 cm^4 \quad \text{Form 3.4}$$

### 4.- CÁLCULO DEL EJE NEUTRO.

Es la línea que corta la capa con el plano de la sección transversal

$$\frac{b * c^2}{2} + nAsc - nAsd = 0 \quad \text{Form 3.5}$$

$$\frac{20 cm * c^2}{2} + 9.66 cm^4 * 2.262 * c - 9.66 * 2.262 * 32 = 0$$

$$10 cmc^2 + 21.851c - 699.229 = 0 \left(\frac{1}{10}\right)$$

$$c = \frac{-b \mp \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad 0 \left(\frac{1}{10}\right) \quad \text{Form 3.6}$$

$$c = \frac{-2.185 \mp \sqrt{2.185^2 - 4 * 1 * -69.923}}{2 * 1} = 16.866$$

$$c = \frac{-2.185 + 16.866}{2} = 7.341$$

$$c = \frac{-2.185 - 16.866}{2} = -19.051$$

## 5.- CÁLCULO DE LAS INERCIAS.

Es la propiedad de resistir cualquier cambio en su movimiento, ya sea en dirección o velocidad

$$\frac{Mcr}{Ma}$$

Form 1.13 pág. 18

si  $\longrightarrow$   $\frac{Mcr}{Ma} \geq 1.00$  se utilizara  $Ig$

si  $\longrightarrow$   $\frac{Mcr}{Ma} \leq 1.00$  se utilizara  $Ie$

- $Ie = \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3 Ig + \left[1 - \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3\right] Icr$

Form 1.14 Pág. 17

- $Ig = \frac{bxh^3}{12}$

## CARGA MUERTA.

Es el peso propio de la Estructura

$$Ml = \frac{WL^2}{8} = \frac{0.200 * 4.5^2}{8} = 0.51 T - m \approx 50625kg - cm$$

Form 1.4 pág. 17

## RELACIÓN

$$\frac{Mcr}{Ma} = \frac{130283.1667 kg - cm}{50625kg - cm} = 2.573 \geq 1.00$$

Entonces  $Ig = \frac{bxh^3}{12} = \frac{20*37^3}{12} = \frac{1013060}{12} = 84424.666$

## Carga viva

Es la fuerza producida por el uso y ocupación de la estructura

$$Ml = \frac{Pab}{L} = \frac{0.246 * 2.25 * 2.25}{4.5} = 0.277T - M \approx 27700Kg - m$$

$$\frac{Mcr}{Ma} = \frac{130283.1667 \text{ kg} - \text{cm}}{27700Kg - Cm} = 5.683 \geq 1$$

$$I_g = \frac{bxh^3}{12} = \frac{20 * 37^3}{12} = \frac{1013060}{12} = 84424.666$$

## 6.- CÁLCULO DE LAS DEFLEXION

La deflexión es aquella deformación que sufre un elemento por el efecto de las flexiones internas.

$$\Delta_{MAX} = \frac{5WL^2}{48Eclg}$$

## DEFORMACIONES A CORTO PLAZO

### CARGA MUERTA

$$\Delta_{max} = \frac{5 ML^2}{48Eclg} = \frac{5(2000 * 450^2)}{48 * 217370.65 * 84424.666} = \frac{2025000000}{880869337173.7392} = 0.023 \text{ cm}$$

$$\Delta_{max} = \frac{5 * 0.60 * ML^2}{48Eclg} = \frac{5 * 0.60 * 24600 * (450^2)}{48 * 217370.65 * 84424.666} = \frac{14944500000}{880869337173.7392} = 0.017 \text{ cm}$$

### CARGA VIVA

$$C\Delta_{max} = \frac{5ML^2}{48Eclg} = \frac{5 * 24600 * (450^2)}{48 * 217370.65 * 84424.666} = \frac{24907500000}{880869337173.7392} = 0.028 \text{ cm}$$

## DEFLEXION INMEDIATA

$$\Delta i = 0.023 + 0.017 + 0.028 = \mathbf{0.068cm}$$

Form 1.15 pág. 18

## DEFLEXION A LARGO PLAZO

$$\Delta LT = \Delta L + \lambda_{\infty} + \Delta D$$

$$\Delta LT = \Delta L + \lambda_{\infty}\Delta D + \lambda\Delta LS = 0.028 + 2 * 0.023 + 1.6 * 0.017 = 0.346 \text{ cm}$$

| FACTOR DEPENDIENTE DEL TIEMPO DE LAS CARGAS ACTUANTES |     |
|---|-----|
| Para 5 o mas  | 2.0 |
| Para 12 meses   | 1.4 |
| Para 6 meses  | 1.2 |
| Para 3 meses  | 1.0 |

$$T = 24 \text{ años} \approx 2$$

$$T = 18 \text{ meses} \approx 1.6$$

$$\rho' = 0$$

$$\lambda_{\infty} = \frac{T}{1 + 50\rho'} = \frac{2}{1 + 50 * 0} = 2$$

$$\lambda_t = \frac{T}{1 + 50\rho'} = \frac{1.6}{1 + 50 * 0} = 1.6$$

## 5. DISEÑO POR COLOCACIÓN DE LA NUEVA ARMADURA SIN RECRECIDO DEL CANTO DE LA VIGA

Este método exige una ejecución muy cuidadosa al colocar la nueva capa de hormigón o mortero sobre una armadura existente con el objeto de rigidizar o reparar la estructura

### Datos

|          |                    |                    |
|----------|--------------------|--------------------|
| $E_s =$  | $2,10 \times 10^6$ | kg/cm <sup>2</sup> |
| $F'_c =$ | 280                | kg/cm <sup>2</sup> |
| $f_y =$  | 4200               | kg/cm <sup>2</sup> |
| $C_m =$  | 0,594              | Tn/m <sup>2</sup>  |
| $C_v =$  | 0,2                | Tn/m <sup>2</sup>  |
| $b =$    | 20                 | Cm                 |
| $h =$    | 30                 | Cm                 |
| $l =$    | 4,5                | M                  |
| $d =$    | 25                 | Cm                 |
| $r =$    | 5                  | Cm                 |

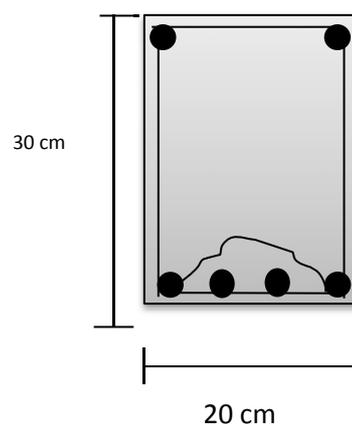


Figura N°. 16  
Fuente: Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

### 5.1. REVICIÓN DE LOS ESFUERZOS CORTANTES

Son fuerzas aplicadas a un elemento estructural produciendo efecto de deslizamiento de una parte del mismo con respecto a otra.

#### 1. CÁLCULO DE LAS CARGAS MAYORISADAS

Son cargas que se obtienen como el producto de una carga nominal con un coeficiente de carga

$$V_u = \frac{VL}{2}$$

Form 1.1 pág. 17

$$V = 1.4 C_m + 1.7 C_v$$

Form 1.12 pág. 17

$$Vu = \frac{0.684 * 4.5}{2} = 1.539 T$$

$$V = 1.4 * 0.246 + 1.7 * 0.200 = 0.684$$

$$f_{adm} = 0.5 f'c$$

**Form 3.1** pág. 52

$$f_{adm} = 0.5 f'c = 0.5 * 210 = 105 Kg/cm^2$$

$$f_{acort} = \frac{Vu}{bc * bv}$$

**Form 1.3** pág. 17

$$f_{acort} = \frac{1.539 * 1000Kg}{30 * 20} = 2.565 Kg/cm$$

## CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA CORTANTE DEL CONCRETO.

La fuerza cortante en un elemento de concreto, es el desarrollo de los esfuerzos inclinados con respecto al eje longitudinal del miembro.

$$Mu = \frac{WL^2}{8}$$

**Form 1.4** pág. 17

$$MCv = \frac{0.246 * 4.5^2}{8} = 0.622 T - m$$

$$MCm = \frac{0.200 * 4.5^2}{8} = 0.506 T - m$$

$$Mu = 1.4 * 0.622 + 1.7 * 0.506 = 0.972 T - m$$

**Form 1.5** pág. 17

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

**Form 1.6** pág. 17

$$\rho = \frac{As}{b * d} = \frac{4\emptyset 12}{20 * 25} = \frac{4.524}{500} = 0.009$$

$$Vc = \left( 3.5 - 2.5 \frac{Mu}{Vu * d} \right) * \left( 0.5 \sqrt{f'c} + 175\rho \frac{Vu * d}{Mu} \right) * b * d$$

**Form 1.6** pág. 17

$$V_c = \left( 3.5 - 2.5 \frac{97200}{1539 * 25} \right) * \left( 0.5 \sqrt{210} + 175 * 0.009 * \frac{1539 * 25}{97200} \right) * 20 * 25$$

$$V_c = 2562.26$$

Condición  $\rightarrow V_c > V_u$

$$2.56 > 1.539$$

## DISEÑO A FLEXION

La viga a flexión de a la aplicación de cargas transversales al eje longitudinal de miembro o debido a la aplicación de momento concentrado en los claros y/o extremos.

### 1.- MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

El módulo de elasticidad es un parámetro muy importante en el análisis de las estructuras de concreto ya que se emplea en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales.

$$E_c = 15000\sqrt{210} \text{ Kg/cm}^2 = 217370.65$$

**Form 1.8** pág. 18

### 2.- MODULO DE ROTURA

Esta es la flexión al esfuerzo máximo en la fibra cuando se produce fallo

$$f_r = 1,970 \sqrt{210} \text{ Kg/cm}^2 = 28,55 \text{ kg/cm}^2$$

**Form 1.9** pág. 18

$$I_g = \frac{bxh^3}{12} = \frac{20 * 30^3}{12} = 540000 \text{ cm}^4$$

**Form 1.12** pág. 18

$$y_t = \frac{H}{2} = \frac{25}{2} = 12.5 \text{ cm}$$

**Form 3.2** pág. 53

### 3.- MOMENTO DE AGRIETAMIENTO

Es el momento flector interno que produce grietas en el comportamiento de la viga

$$M_{cr} = \frac{f_r * I_g}{y_t} = \frac{28.55 \frac{kg}{cm^2} * 540000 cm^4}{12.5 cm} = 1233360 kg - cm \quad \text{Form 1.10 pág. 18}$$

$$I_{cr} = \frac{bc^3}{3} + nAs(d - c)^2 \quad \text{Form 3.3 pág. 54}$$

$$I_{cr} = = \frac{20 * 8.494^3}{3} + 9.66 * 4.524 * (25 - 8.494) m^4 = 4786.961 m^4$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.10 * 10^6 kg/cm^2}{2.17 * 10^5 kg/cm^2} = 9.66 cm^4 \quad \text{Form 3.4 pág. 54}$$

### 4.- CALCULO DEL EJE NEUTRO.

Es la línea que corta la capa con el plano de la sección transversal

$$\frac{b * c^2}{2} + nAsc - nAsd = 0 \quad \text{Form 3.5 pág. 54}$$

$$10 cmc^2 + 43.702 - 1092.546 = \left(\frac{1}{10}\right) \quad 2425 * 25 = 0$$

$$c^2 + 4.370c - 109.255 =$$

$$c = \frac{-b \mp \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad \text{Form 3.6 pág. 54}$$

$$c = \frac{-4.370 \mp \sqrt{4.370^2 - 4 * 1 * -109.255}}{2 * 1} =$$

$$c = \frac{-4.370 + 21.357}{2} = 8.494$$

$$c = \frac{-4.370 - 21.357}{2} = 12.864$$

## 5.- CALCULO DE LAS INERCIAS.

Es la propiedad de resistir cualquier cambio en su movimiento, ya sea en dirección o velocidad

$$\frac{Mcr}{Ma}$$

Form 1.13 pág. 18

SI  $\longrightarrow$   $\frac{Mcr}{Ma} \geq 1.00$  se utilizara  $Ig$

SI  $\longrightarrow$   $\frac{Mcr}{Ma} \leq 1.00$  se utilizara  $Ie$

●  $Ie = \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3 Ig + \left[1 - \left(\frac{Mcr}{Ma}\right)^3\right] Icr$

Form 1.14 Pág. 17

●  $Ig = \frac{b x h^3}{12}$

## CARGA MUERTA

Es el peso propio de la estructura

$$MD = \frac{WL^2}{8} = \frac{0.200 * 4.5^2}{8} = 0.506 T - m \approx 50625 kg - cm$$

## RELACION

$$\frac{Mcr}{Ma} = \frac{1233360}{50625} = 24.362 \geq 1.00$$

$$Ig = \frac{b x h^3}{12} = \frac{20 * 30^3}{12} = \frac{540000}{12} = 45000$$

## Carga viva

Es la fuerza producida por el uso y ocupación de la estructura

$$Ml = \frac{Pab}{L} = \frac{0.246 * 2.25 * 2.25}{4.5} = 0.277 T - M \approx 27700 Kg - m$$

$$\frac{M_{cr}}{M_a} = \frac{1233360}{27700} = 44.525 \geq 1$$

$$I_g = \frac{bxh^3}{12} = \frac{20 \cdot 30^3}{12} = \frac{540000}{12} = 45000$$

## 6.- CALCULO DE LAS DEFORMACIONES

La deflexión es aquella deformación que sufre un elemento por el efecto de las flexiones internas.

$$\Delta_{MAX} = \frac{5WL^2}{48EIg}$$

Form 1.16 pág. 18

### DEFORMACIONES A CORTO PLAZO

#### CARGA MUERTA

$$\Delta_{max} = \frac{5WL^2}{48EIg} = \frac{5(2000 \cdot 450^2)}{48 \cdot 217370.651 \cdot 45000} = \frac{2025000000}{469520604000} = 0.043 \text{ cm}$$

Form 1.15 pág. 18

#### CARGA MUERTA + 60% DE LA CARGA VIVA

$$\Delta_{max} = \frac{5 \cdot 0.60 \cdot ML^2}{48EIg} = \frac{5 \cdot 0.60 \cdot 24600 \cdot (450^2)}{48 \cdot 217370.65 \cdot 45000} = \frac{14944500000}{469520604000} = 0.032 \text{ cm}$$

#### CARGA VIVA

$$C\Delta_{max} = \frac{5ML^2}{48EIg} = \frac{5 \cdot 24600 \cdot (450^2)}{48 \cdot 217370.65 \cdot 45000} = \frac{24907500000}{469520604000} = 0.0530 \text{ cm}$$

## DEFLEXION INMEDIATA

D

$$\Delta i = 0.043 + 0.032 + 0.053 = \mathbf{0.128m}$$

$$\Delta LT = \Delta L + \lambda_{\infty} + \Delta D$$

$$\Delta LT = \Delta L + \lambda_{\infty}\Delta D + \lambda\Delta LS = 0.053 + 2 * 0.043 + 1.6 * 0.032 = 0.651cm$$

| FACTOR DEPENDIENTE DEL TIEMPO DE LA CARGAS ACTUANTES     |     |
|--|-----|
| Para 5 o mas   | 2.0 |
| Para 12 meses  | 1.4 |
| <b>No se encuentran entradas de índice.</b> Para 6 meses | 1.2 |
| Para 3 meses   | 1.0 |

$$T = 24 \text{ años} \approx 2$$

$$T = 18 \text{ meses} \approx 1.6$$

$$\rho' = 0$$

$$\lambda_{\infty} = \frac{T}{1 + 50\rho'} = \frac{2}{1 + 50 * 0} = 2$$

$$\lambda_t = \frac{T}{1 + 50\rho'} = \frac{1.6}{1 + 50 * 0} = 1.6$$

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

- ✓ La elaboración del trabajo incluye diferentes ensayos y cada uno con funciones específicas para el comportamiento de las cargas de que afectan a una viga. La cual ha permitido profundizar conocimientos de la patología de la vivienda y la necesidad de mantenimiento evitando la degradación de la misma
  
- ✓ Mediante la comparación del Metodo de recrecido con hormigón armado y el método de colocación de nueva armadura en el canto de la viga sin recrecido de hormigón armado, se ha permitido obtener resultados para determinar la carga de agotamiento o roturas del elemento de reforzado para la deformación de la sección.
  
- ✓ En el análisis, el método de recrecido con hormigón armado resulto ser el recomendado y así mismo se obtuvieron ventajas con es el de emplear un material muy similar al de la estructura afectada, lo que implica que el comportamiento del refuerzo será completamente acorde con el de la propia estructura

## 6.2. RECOMENDACIONES

✓ Realizar debidos estudios estructurales por profesionales antes de hacer una edificación para evitar problemas estructurales a futuro

.

✓ Se recomienda para vigas con fallas el método de Recrecido con hormigón armado ya este fue el que obtuvo el mejor resultado en los estudios de diseño estructurales y en el de roturas.

✓ Se recomienda que para la aplicación del método de recrecido con hormigón armado se requiere hacer un sondeo de limpieza, para que tenga una mejor adherencia.

.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

1. HARMSEN, E. (2005), Diseño de estructuras de Concreto Armado. Lima – Perú.
2. SAVINOVA, J. (2008), Refuerzo de vigas de hormigón mediante recrecido de hormigón armado en un ático de vivienda. Universidad Politécnica de Valencia.
3. RONDON, C. (2008). Manual de Armaduras de Refuerzo para Hormigón. M y M Servicios Gráficos S.A.
4. ESTEVEZ, M. (2009). Patología y recuperación de estructuras de hormigón. Rehabilitación arquitectónica.
5. GODÍNEZ, F. (2010). “Estudio del comportamiento de marcos dúctiles de concreto reforzado con contraventeo chevrón”. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.
6. TEJENA, C. (2001). El oro en hoja: Aplicación y tratamiento sobre soportes móviles tradicionales, muros y resinas. Universidad Complutense Madrid.
7. LEÓN, A. (2007). Refuerzo de pilares con encamisado de hormigón solicitados a axil centrado. Universidad Politécnica de Madrid.
8. ORGAZ, R. (2005), Reforma de la residencia universitaria femenina Santa María de la Cabeza. Diputación de Toledo. Perú.
9. LAMAS, H., SANCHEZ, P., y ROUGIER M. (2010). Vigas de hormigón armado reforzadas y /o reparadas con materiales compuestos. VI Congreso de Internacional sobre patología y recuperación de estructura. Argentina.

10. GONZÁLEZ, G. (2005). Vida útil de las edificaciones. Universidad Autónoma de México.

11. MORENO, G. (2008). Redacción Proyecto Básico y Ejecución Reforma Parcial Campus Madrid mercado puerta Toledo. Universidad Carlos III Madrid.

### **WEDGRAFIA.**

12. [http://www.construmatica.com/construpedia/Recrecido\\_Elementos\\_Estructurales](http://www.construmatica.com/construpedia/Recrecido_Elementos_Estructurales).

13. <http://www.construnario.com/diccionario/swf/27037/pliego%20de%20condiciones/reparaciones%20estructurales/recrecido%20de%20elementos%20estructurales.pdf>.

14. [http://www.villarrasa.es/fileadmin/user\\_upload/mancomunidad\\_huelva/villarrasa/Perfil\\_de\\_contratante/100729/B.02CONDICIONES\\_T\\_CNICAS\\_PARTICULARES.pdf](http://www.villarrasa.es/fileadmin/user_upload/mancomunidad_huelva/villarrasa/Perfil_de_contratante/100729/B.02CONDICIONES_T_CNICAS_PARTICULARES.pdf)

15. <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/14738/1/ESTUDIO%20AVANZADO%20DE%20CORROSION.pdf>.

16. [www.elconstructorcivil.com/search?updated-max=2012-02-17T10:16:00-08:00&max-results=7](http://www.elconstructorcivil.com/search?updated-max=2012-02-17T10:16:00-08:00&max-results=7)

# ANEXOS

## **8. TEMA**

Análisis comparativo entre el método de Recrecido con Hormigón Armado y el método Por Colocación de Nueva Armadura Sin Recrecido del Canto de la Viga, para Rehabilitar y Reforzar Vigas de Hormigón Armado.

### **8.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Según el último censo nacional (2010) realizado por el INEC existen 190.214 viviendas con materiales en mal estado en el Ecuador. La mayor cantidad (20%) está; en Guayas: 37.532 viviendas, Manabí; (17%) 31.902 viviendas y Los Ríos (9%) 16.889 viviendas. La tendencia de viviendas en estado calamitoso es parecida a las casas en regular estado a nivel nacional: 823.838. El 25% corresponde a Guayas, seguida por Pichincha (12%), Manabí; (11%) y Los Ríos (6%). Galápagos tiene el 12,2%. Lo que nos muestra que en nuestra provincia de Manabí, existen alrededor de un 28% de edificaciones con mala estructura, las cuales son las más proclives a ser afectadas por movimientos telúricos, deslizamientos de laderas, etc.

"La informalidad ha llevado a que un gran número de viviendas estén construidas sin el debido respeto a las normas sísmicas. Han sido edificadas al simple arbitrio, cuando debe primar la responsabilidad de un profesional técnico, lo que implica una garantía para la inversión y la construcción"<sup>2</sup>.

Es decir, que un tercio de las viviendas en la provincia de Manabí sufren de problemas en sus cimentaciones, columnas, vigas y/o losas de hormigón armado. Es por esto que se debe tener una investigación que plantee las posibles soluciones y que sirva a los habitantes de la provincia y sus cantones. Como el estudio de todos estos problemas es muy amplio, se

---

<sup>2</sup> CANDI, Grecia. (2012). Presidenta del Colegio de Arquitectos del Guayas.

enfoca éste en la rehabilitación y refuerzo de vigas de Hormigón Armado que ya padecen el problema a flexión mostrando síntomas como el de agrietamiento en su zona central y de flexiones.

Tanto el método recrecido con hormigón armado y como el método por colocación de nueva armadura sin recrecido del canto de la viga no son muy costosos, se centra el estudio en analizar de forma práctica y técnica, ¿Cuál de los dos métodos es el que se debería aplicar en nuestra provincia de Manabí, tomando en cuenta los factores constructivos que la rodean?

Esta investigación tiene el fin de convertirse en una guía para el constructor y para el propietario para realizar cualquiera de los dos métodos propuestos; planteados desde el punto de vista del Ingeniero Civil.

## **8.2. JUSTIFICACIÓN.**

Esta investigación es de gran interés ya que la misma contiene el análisis de dos importantes métodos para el reforzamiento estructural como lo son el método de recrecido con hormigón armado y el método por colocación de nueva armadura sin recrecido del canto de la viga. El hecho es que ambos métodos sirven para el reforzamiento<sup>3</sup> de vigas que presentan el deterioro antes del cumplimiento de su tiempo usual de servicio, lo que necesariamente en muchos de los casos se da por el inadecuado diseño estructural implementado en dicha edificación; se debe tener en cuenta que en Manabí existe un alto porcentaje de viviendas que actualmente presentan este tipo de daño es por esto la gran importancia de proponer diseños de reforzamiento estructural y sus ventajas y garantías, considerando que mediante esta labor se pueden evitar pérdidas humanas si llegan a darse eventos sísmicos que afecten a estas edificaciones.

---

<sup>3</sup> Harmsen, Teodoro E. (2005). Diseño de estructuras de Concreto Armado. 4ª Edición. Lima – Perú.

Por otra parte otro beneficio de gran importancia es que al reforzar una edificación no solo se está cuidando de la seguridad de sus usuarios, sino que se beneficia económicamente al propietario quien podrá gozar de mayor vida útil de su propiedad. Con la realización de esta investigación se desea beneficiar tanto a ingenieros civiles como a toda la colectividad manabita ofreciendo un estudio serio y confiable que avale las garantías del adecuado reforzamiento estructural.

También es importante poner de manifiesto que la presente investigación goza de originalidad ya que en la actualidad no se ha registrado una investigación similar en curso de realización en la provincia.

### **8.3. EL PROBLEMA CIENTÍFICO**

Fisuraciones en el centro de la viga de hormigón armado.

#### **8.3.1. OBJETIVO**

Procesos de reparación y rehabilitación de estructuras.

#### **8.3.2. CAMPO:**

Refuerzo de vigas de Hormigón Armado a flexión.

### **8.4. OBJETIVOS**

#### **8.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Definir un sistema de refuerzo de vigas a flexión mediante el método de Recrecido con Hormigón Armado y el método Por Colocación de Nueva Armadura sin el recrecido del canto de la viga para comparar cuál de las dos alternativas es la más recomendable técnicamente.

#### **8.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar el método de Recrecido con Hormigón Armado.
- Analizar el método Por Colocación de Nueva Armadura.
- Definir el método con mejores resultados basados en la viabilidad de ejecución.

#### **8.5. VARIABLES:**

**Variable Independiente:** Carencia de armadura de tracción.

**Variable Dependiente:** Fisuraciones en el centro de viga de hormigón armado.

#### **8.6. HIPÓTESIS:**

Si se implementa un sistema de refuerzo en las vigas se evitarían fisuraciones en el Hormigón Armado.

#### **8.7. MÉTODOS, TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS**

##### **8.7.1. MÉTODOS:**

**Analítico:** Porque se desmiembra el todo del proceso, descomprimiéndolo en sus partes o elementos. Observa las causas, la naturaleza y los efectos.

**Estadístico:** En el procesamiento de la información, esto es el ordenamiento, tabulación, representación gráfica e interpretación estadísticas en los resultados.

### **8.7.2. TÉCNICAS:**

Observación Directa. Se realizará una observación del sector afectado, se recopilarán fotografías para dejar constancia de los problemas que afectan a las estructuras de hormigón armado en las edificaciones de la ciudad de Chone

### **8.7.3. PROCEDIMIENTOS:**

Recopilación de información

Análisis de información

Estructuración de Informe

Tabulación de resultados

Aplicación de resultados obtenidos

Comparación y contraste de resultados.

## Cargas Vivas NEC-2011

| TIPO DE OCUPACIÓN   | CARGA DE UNIFORME  | CARGA CONCENTRADA                 |
|---|--|-----------------------------------|
| <b>ALMACÉN; ventas al por mayor (mayor de carga en piso superiores)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Primer piso</b></li> <li>• <b>Pisos superiores</b></li> <li>• <b>Ventas al por mayor. Todos los pisos</b></li> </ul>                  | 0.489 Tn/m <sup>2</sup><br>0.367 Tn /m <sup>2</sup><br>0.600 Tn /m <sup>2</sup>  | 0.459 Tn<br>0.459 Tn.<br>0.459 Tn |
| <b>ARMERÍAS Y SALAS DE INSTRUCCIÓN MILITAR</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Armerías y Salas de Instrucción Militar</b></li> </ul>   | 0.735 KN/m <sup>2</sup>  |                                   |
| <b>Área de Reunión y teatros</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Asientos Fijos</b></li> <li>• <b>Áreas de Recepción</b></li> <li>• <b>Asientos Móviles</b></li> <li>• <b>Plataformas de Reunión.</b></li> <li>• <b>Escenarios</b></li> </ul> | 0.296 Tn /m <sup>2</sup><br>0.489 Tn /m <sup>2</sup><br>0.489 Tn /m <sup>2</sup><br>0.489 Tn /m <sup>2</sup><br>0.735 Tn /m <sup>2</sup> |                                   |
| <b>ÁREAS DE ALMACENAMIENTO SOBRE TECHOS.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Áreas de Almacenamiento sobre techos.</b></li> </ul>   | 0.100 Tn /m <sup>2</sup>   |                                   |
| Barrera vehicular   | Ver sección 4.5<br>10  | ASCE/SEI 7-                       |
| <b>BALCONES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Balcones</b></li> </ul>   | 0.489 Tn /m <sup>2</sup>   |                                   |
| <b>BIBLIOTECAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sala de lectura</b></li> <li>• <b>Estantería.</b></li> <li>• <b>Corredores en pisos superiores a planta baja</b></li> </ul>  | 0.296 Tn/m <sup>2</sup><br>0.735 Tn /m <sup>2</sup><br>0.400 Tn /m <sup>2</sup>  | 0.459 Tn.<br>0.459 Tn<br>0.459 Tn |
| <b>COMEDORES Y RESTAURANTES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Comedores y restaurantes</b></li> </ul>   | 0.489 Tn /m <sup>2</sup>   |                                   |
| <b>CONSTRUCCIÓN LIGERA DE PLACA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Construcción ligera de placa de piso sobre un área de 654 mm<sup>2</sup></b></li> </ul>   |  | 0.90 Tn                           |
| <b>CORREDORES – PASARELAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Corredores - pasarelas, plataformas para mantenimiento</b></li> </ul>   | 0.200 Tn /m <sup>2</sup>   | 1.33 Tn                           |
| <b>CORREDORES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Corredores; otros pisos de igual ocupación, excepto si existe otra indicación</b></li> </ul>  | 0.489 Tn /m <sup>2</sup>   |                                   |

|  |  |  |
|--|--|--|
| CUBIERTAS  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cubiertas planas, inclinadas y curvas</li> <li>• Cubiertas destinadas para áreas de paseo</li> <li>• Cubiertas destinadas en jardineras o patios de reunión</li> <li>• Cubiertas destinadas para propósitos especiales</li> </ul>   | 0.100 Tn /m <sup>2</sup><br>0.300 Tn /m <sup>2</sup><br>0.489 Tn /m <sup>2</sup><br><br>0.489 Tn /m <sup>2</sup> |  |
| TOLDOS Y CARPAS  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera.</li> <li>• Todas las demás.</li> </ul>  | 0.244 Tn /m <sup>2</sup><br>(no reducible)<br>0.100Tn /m <sup>2</sup>  |  |
| CELOSIAS DE CUBIERTA   |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular.</li> <li>• Todos los otros usos.</li> <li>• Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores</li> </ul>      |  | 0.908 Tn<br><br>0.143 Tn<br><br>0.143 Tn |
| EDIFICIOS DE OFICINAS  |  |  |
| Salas de archivo y computación (se diseña para la mayor carga prevista).   |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de recepción y corredores del primer piso y oficinas.</li> <li>• Corredores sobre el primer piso</li> </ul>   | 0.489 Tn /m <sup>2</sup><br><br>0.244 Tn /m <sup>2</sup>   | 0.900 Tn<br><br>0.900 Tn                 |
| ESCALERAS Y RUTAS DE ESCAPE  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escaleras y rutas de escape.</li> <li>• Únicamente residenciales</li> <li>• unifamiliares y residenciales</li> </ul>  | 0.489 Tn /m <sup>2</sup><br><br>0.200 Tn /m <sup>2</sup>   |  |
| ESTADIOS Y COLISEOS  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graderíos. Adicionalmente a las cargas vivas verticales, el diseño incluirá fuerzas horizontales aplicadas a cada fila de asientos, como sigue: 400 N/m en dirección paralela y 150 N/m en dirección perpendicular. Estas fuerzas no serán consideradas en forma simultánea.</li> <li>• Asientos fijos</li> </ul> | 0.489 Tn /m <sup>2</sup><br><br>0.300 Tn /m <sup>2</sup> .   |  |
| FABRICAS - INDUSTRIAS – MANUFACTURA  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livianas.</li> <li>• Pesadas</li> </ul>   | 0.600 Tn /m <sup>2</sup><br>1.224Tn /m <sup>2</sup>  | 0.900 Tn<br>1.367 Tn                     |
| HOSPITALES   |  |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sala de quirófanos, laboratorios.</li> <li>• Sala de pacientes.</li> <li>• Comedores en pisos superiores a la</li> </ul>  | 0.296 Tn/m <sup>2</sup><br>0.200 Tn /m <sup>2</sup><br>0.400 Tn /m <sup>2</sup>                                  | 0.459 Tn<br>0.459 Tn<br>0.459 Tn         |

|  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| <b>planta baja</b>   |  |                                       |
| <b>RESIDENCIAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Viviendas unifamiliares y bifamiliares.</b></li> <li>• <b>Hoteles y residencias multifamiliares.</b></li> <li>• <b>Salones de uso público y sus corredores</b></li> </ul>   | 0.200 Tn /m2<br>0.200 Tn /m2<br>0.489 Tn /m2 |                                       |
| <b>UNIDADES EDUCATIVAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aulas.</b></li> <li>• <b>Corredores segundo piso y superior.</b></li> <li>• <b>Corredores primer piso.</b></li> </ul>   | 0.200 Tn /m2<br>0.400 Tn /m2<br>0.489 Tn /m2 | 0.459 Tn<br>0.459 Tn<br>0.459 Tn      |
| <b>VEREDAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Veredas, áreas de circulación vehicular y patios que puedan estar cargados por camiones. los pisos de estacionamiento o partes de los edificios utilizados para almacenamiento de vehículos, serán diseñados por las cargas vivas uniformemente distribuidas descritas en este detalle o como se representa a continuación:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Para vehículos particulares (hasta 9 pasajeros) actuando en una superficie de 100mm por 100mm,; y</b></li> <li>2. <b>Para losas en contacto con el suelo que son utilizados para el almacenamiento de vehículos particulares,</b></li> </ol> </li> </ul> | 1.224 Tn /m2                                 | 1.367 Tn<br><br>1.204 Tn<br>por rueda |

**Fuente:** NEC 2011

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

**FISCALIZACIÓN DE LA OBRA: "Tesis de Grado:**  
**Analisis comparativo entre el Metodo de Recrecido con Hormigon Armado, y el Metodo por Colocacion con Nueva Armadura sin Recrecido del Canto de la Viga**  
**Para rehabilitar y Reforzar Vigas de Hormigon Armado**  
**Resistencia a la compresión de prismas de hormigón**  
**FECHA: 01 DE NOVIEMBRE - 2013**

**Proyecto:** Tesis de Grado  
**Fiscalizador:** Ing. Mg. Darío Páez - Director de Tesis  
**Ensayo N° del 001 al 006** *Fase: Determinación de Muestra Tipo 143,99kg/cm<sup>2</sup> - 5kg/cm<sup>2</sup> de rango admisible*  
**Contratista:** Egresados Marlon Daniel Alvarez y Maria Nelly Párraga

| Probeta No.   | Fechas     |            | Peso gr | Diámetro cm | Altura cm | Área cm <sup>2</sup> | Peso Unit. gr/cm3 | Velocidad de Carga 0,25 Mpa/s ± 0,05 Mpa/s | Resistencia Kg/cm2 |         |         | OBSERVACIONES |
|---|------------|------------|---------|-------------|-----------|----------------------|-------------------|--|--------------------|---------|---------|---------------|
|   | Moldeo     | Rotura     |         |             |           |                      |                   |  | 7 días             | 14 días | 28 días |               |
| <b>CONTROL DE HORMIGONDO EN LABORATORIO</b>   |            |            |         |             |           |                      |                   |  |                    |         |         |               |
| Se debe establecer la muestra que presente un F' C=143.99 KG/CM <sup>2</sup> (se admite un rago en mayor o menor de 5kg/cm <sup>2</sup> ) |            |            |         |             |           |                      |                   |  |                    |         |         |               |
| 001   | 30/09/2013 | 30/10/2013 |         |             | 30,0      | 600,0                |                   | 0,25                                       |                    |         | 215,3   | No aplica     |
| 002   | 30/09/2013 | 30/10/2013 |         |             | 30,0      | 600,0                |                   | 0,25                                       |                    |         | 207,5   | No aplica     |
| 003   | 30/09/2013 | 30/10/2013 |         |             | 30,0      | 600,0                |                   | 0,25                                       |                    |         | 195,4   | No aplica     |
| 004   | 01/10/2013 | 30/10/2013 |         |             | 30,0      | 600,0                |                   | 0,25                                       |                    |         | 175,8   | No aplica     |
| 005   | 01/10/2013 | 30/10/2013 |         |             | 30,0      | 600,0                |                   | 0,25                                       |                    |         | 153,1   | No aplica     |
| 006   | 01/10/2013 | 30/10/2013 |         |             | 30,0      | 600,0                |                   | 0,25                                       |                    |         | 141,4   | Aplica        |
|   |            |            |         |             |           |                      |                   |  |                    |         |         |               |

**Tabla:** Resultados de Resistencia de la Viga Existente  
**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

## PESO ESPECÍFICO DE LOS MATERIALES

| MORTEROS                       |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| DESIGNACION DEL MATERIAL       | PESO ESPECIFICO Kg/m <sup>3</sup> |
| Cemento y Arena                | 2100                              |
| Cemento, cal y Arena           | 1900                              |
| cal y Arena                    | 1700                              |
| cal , Arena polvo de ladrillos | 1600                              |

| MADERAS                  |                                   |
|--------------------------|-----------------------------------|
| DESIGNACION DEL MATERIAL | PESO ESPECIFICO Kg/m <sup>3</sup> |
| Pino de Flandes          | 700                               |
| Pino Americano           | 800                               |
| Pino tea                 | 900                               |
| Pino spruce              | 550                               |
| Pino blanco              | 550                               |
| Abeto blanco a rojo      | 600                               |
| Roble vivo               | 950                               |
| Roble avellano           | 650                               |
| Roble rojo o negro       | 700                               |
| Roble blanco             | 750                               |
| Alamo                    | 500                               |

**Tabla:** Pesos Específicos

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

| <b>PESO ESPECIFICO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN</b> |  |
|--|--|
| <b>Material</b>                                      | <b>Peso específico aparente<br/>Kg/m<sup>3</sup></b> |
| <b>A. Rocas</b>                                      |  |
| Arenisca   | 2.600  |
| Arenisca porosa y caliza porosa                      | 2.400  |
| Basalto, diorita                                     | 3.000  |
| Calizas compactas y mármoles                         | 2.800  |
| Granito, sienita, diabosa, pérfido                   | 3.800  |
| Gneis  | 3.000  |
| Pizarra de tejados                                   | 2.800  |
| <b>B. Piedras artificiales</b>                       |  |
| Adobe  | 1.600  |
| Amiantocemento                                       | 2.000  |
| Baldosa cerámica                                     | 1.800  |
| Baldosa de gres                                      | 1.900  |
| Baldosa hidráulica                                   | 2.100  |
| Hormigón ordinario                                   | 2.200  |
| Ladrillo cerámico macizo (0 a 10% de huecos)         | 1.800  |
| Ladrillo cerámico perforado (20 a 30% de huecos)     | 1.400  |
| Ladrillo cerámico hueco (40 a 50% de huecos)         | 1.000  |
| Ladrillo de escorias                                 | 1.400  |
| Ladrillo silicocalcáreo                              | 1.900  |
| <b>C. Maderas</b>                                    |  |
| <b>Maderas resinosas:</b>                            |  |
| Pino, pinabete, abeto                                | 600  |
| Pino tea, pino melis                                 | 800  |
| <b>Maderas frondosas:</b>                            |  |
| Castaño, roble, nogal                                | 800  |
| <b>D. Metales</b>                                    |  |
| Acero  | 7.850  |
| Aluminio   | 2.700  |
| Bronce   | 8.500  |
| Cobre  | 8.900  |
| Estaño   | 7.400  |
| Latón  | 8.500  |
| Plomo  | 11.400   |
| Zinc   | 7.200  |
| <b>E. Materiales diversos</b>                        |  |
| Alquitrán  | 1.200  |
| Asfalto  | 1.300  |
| Caucho en plancha                                    | 1.700  |
| Linóleo en plancha                                   | 1.200  |
| Papel  | 1.100  |
| Plástico en plancha                                  | 2.100  |
| Vidrio plano   | 2.600  |

**Tabla:** Pesos Específicos

**Fuente:** Álvarez Saldarriaga Marlon Daniel  
Pàrraga Salmerón María Nelly

## ARMADO DE VIGAS





**Armadura para vigas**



**Encofrado de Armadura**



**Viga de Concreto**



**Toma de datos con el esclerómetro de la Viga de Concreto Armado**



**Vivienda de Estudio**



**Viga en deterioro**





**Toma de Datos con el esclerómetro**

