

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y DE INGENIERIA  
CIVIL

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



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

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
APLICANDO EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN LUA  
PARA EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES  
EN EDIFICACIONES”**

**Tesista:**

**ROBERT JESUS PAQUIRRI, JIMENEZ MARIN**

**Asesor:**

**Ing. Mg. ROMEL PINEDO RIOS**

**Pucallpa – Perú**

**2018**

## **APROBACION**

Esta tesis titulada: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA APLICANDO EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN LUA PARA EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES”**. Fue aprobada por el jurado evaluador:

.....  
**Ing. ESTUARDO ALONSO LIZARZABURU VELARDE**  
Presidente

.....  
**Ing. Mg. WALTER ROMÁN CLAROS**  
Miembro

.....  
**Ing. DEDICACION CASTRO MAGNO**  
Miembro

.....  
**Ing. Mg. ROMEL PINEDO RIOS**  
Asesor

.....  
**Bach. ROBERT JESUS PAQUIRRI JIMENEZ MARIN**  
TESISTA

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo como mucho amor a mis padres, Looy Juanita y Robert Jimenez, a mi hermano Wilmer Luis que me motivan día a día a salir adelante, y especialmente dedico este trabajo a mi Mamá Lolita por haberme aconsejado sabiamente en todo el tiempo que me acompaña.

**ROBERT JESUS PAQUIRRI JIMENEZ MARIN**

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali, por haberme impartido conocimientos en los diferentes cursos que se dictó durante el desarrollo de mi carrera profesional. Al Ing. Mg. Walter Roman Claros, al Ing Mg. Romel Pinedo Rios y en especial al Ing. Devyn Omar Donayre Hernández el cual me transmitió sus conocimientos para poder desarrollar el presente trabajo de investigación.

## RESUMEN

La presente Investigación denominado “**Diseño e Implementación de un Sistema Aplicando el Lenguaje de Programación Lua para el Análisis de Elementos Estructurales en Edificaciones**”, se ha desarrollado con la finalidad de diseñar e implementar un sistema para el análisis de elementos estructurales existentes en una edificación, utilizando el lenguaje de programación LUA de la calculadora TI-Nspire CX CAS, ello permite comparar dimensiones, verificar el diseño, distribución de acero y la determinación de los tiempos en los cálculos de losas aligerados (1 dirección) y de escaleras.

El enfoque de la investigación es Aplicada tecnológico, de tipo híbrido o mixto (Cuantitativo y Cualitativo), el diseño metodológico es de sucesión o en línea conocido como pre-test, post-test con un solo grupo y se ha tenido en consideración las especificaciones vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-010 Madera, E-020 Cargas, E-030 Sismo resistente, E-060 Concreto Armado y así como las recomendaciones de la Norma ACI 318-14.

La investigación demuestra que se reduce el tiempo de ejecución y se pueden realizar modificaciones muy rápidamente, sin embargo la confiabilidad de los resultados está en función de un modelo que se aproxime al comportamiento de la estructura real. Presenta una interface amigable, funcional, de fácil utilización secuencial y los resultados confirman las diferencias significativa de en Pre-Test y Post-Test, concluyéndose que hay una mejora después de implementar el sistema para el análisis de elementos estructurales, asimismo constituye una alternativa de solución al problema planteado, con el nivel de confiabilidad del 95% y una significancia del 5%.

**Palabra clave:** LUA, elementos estructurales, diseño, metrado de cargas, alternancia.

## ABSTRACT

The present research called "**Design and Implementation of a System Applying the Language of Lua Programming for the Analysis of Structural Elements in Buildings**", has been developed with the purpose of designing and implementing a system for the analysis of existing structural elements in a building, using the LUA programming language of the TI-Nspire CX CAS calculator, this allows to compare dimensions, verify the design, steel distribution and the determination of the times in the calculations of lightened slabs (1 direction) and stairs.

The focus of the research is technological, hybrid or mixed (Quantitative and Qualitative), the methodological design is succession or online known as pre-test, post-test with a single group and the specifications have been taken into consideration current regulations of the National Building Regulation E-010 Wood, E-020 Loads, E-030 Earthquake resistant, E-060 Armed Concrete and as well as the recommendations of the Standard ACI 318-14.

The research shows that execution time is reduced and modifications can be made very quickly, however the reliability of the results depends on a model that approximates the behavior of the real structure. It presents a friendly interface, functional, easy sequential use and the results confirm the significant differences in Pre-Test and Post-Test, concluding that there is an improvement after implementing the system for the analysis of structural elements, also constitutes an alternative solution to the problem, with the level of reliability of 95% and a significance of 5%.

**Keyword:** LUA, structural elements, design, load metering, alternation.

# INDICE DE CONTENIDO

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| CARÁTULA .....                                                     | i         |
| APROBACIÓN .....                                                   | ii        |
| DEDICATORIA .....                                                  | iii       |
| AGRADECIMIENTO .....                                               | iv        |
| RESUMEN .....                                                      | v         |
| ABSTRACT .....                                                     | vi        |
| INDICE DE CONTENIDO.....                                           | vii       |
| INDICE DE CUADROS .....                                            | xi        |
| INDICE DE IMAGENES .....                                           | xii       |
| <b>CAPITULO I:        PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....</b>           | <b>1</b>  |
| <b>1.1    DESCRIPCION Y FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA .....</b>      | <b>1</b>  |
| <b>1.2    FORMULACION DEL PROBLEMA .....</b>                       | <b>3</b>  |
| 1.2.1    PROBLEMA GENERAL .....                                    | 3         |
| 1.2.2    PROBLEMAS ESPECIFICOS .....                               | 3         |
| <b>1.3    OBJETIVOS.....</b>                                       | <b>3</b>  |
| 1.3.1    OBJETIVO GENERAL .....                                    | 3         |
| 1.3.2    OBJETIVOS ESPECIFICOS .....                               | 4         |
| <b>1.4    JUSTIFICACION E IMPORTANCIA .....</b>                    | <b>4</b>  |
| <b>1.5    LIMITACIONES Y ALCANCES .....</b>                        | <b>5</b>  |
| <b>1.6    HIPOTESIS.....</b>                                       | <b>5</b>  |
| 1.6.1    HIPOTESIS GENERAL .....                                   | 5         |
| 1.6.2    HIPOTESIS ESPECÍFICAS .....                               | 6         |
| <b>1.7    SITEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES .....</b>  | <b>6</b>  |
| 1.7.1    VARIABLE INDEPENDIENTE.....                               | 6         |
| 1.7.2    VARIABLE DEPENDIENTE .....                                | 6         |
| <b>CAPITULO II:        MARCO TEÒRICO .....</b>                     | <b>7</b>  |
| <b>2.1.    ANTECEDENTES O REVISION DE ESTUDIOS REALIZADOS.....</b> | <b>7</b>  |
| <b>2.2.    MARCO SITUACIONAL O DE REFERENCIA.....</b>              | <b>9</b>  |
| <b>2.3.    MATERIALES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES .....</b>         | <b>11</b> |
| 2.3.1.    CONCRETO .....                                           | 11        |

|                      |                                                                                     |           |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.2.               | ACERO DE REFUERZO .....                                                             | 17        |
| 2.3.3.               | CONFINAMIENTO DEL CONCRETO POR EL ACERO DE<br>REFUERZO .....                        | 19        |
| 2.3.4.               | EFFECTOS DEL TIEMPO EN EL ENDURECIDO .....                                          | 20        |
| <b>2.4.</b>          | <b>ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES .....</b>                               | <b>21</b> |
| 2.4.1.               | ZAPATAS.....                                                                        | 21        |
| 2.4.2.               | COLUMNAS.....                                                                       | 25        |
| 2.4.3.               | VIGAS.....                                                                          | 27        |
| 2.4.4.               | LOSAS ALIGERADAS .....                                                              | 27        |
| 2.4.5.               | ESCALERAS .....                                                                     | 29        |
| <b>2.5.</b>          | <b>INGENIERIA DE SOFTWARE .....</b>                                                 | <b>36</b> |
| <b>2.6.</b>          | <b>MODELO LINEAL SECUENCIAL.....</b>                                                | <b>37</b> |
| <b>2.7</b>           | <b>LENGUAJE DE PROGRAMACION TI-BASIC.....</b>                                       | <b>40</b> |
| 2.7.1.               | TIPOS DE DATOS .....                                                                | 41        |
| 2.7.2.               | SINTAXIS.....                                                                       | 42        |
| <b>CAPITULO III:</b> | <b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>                                        | <b>45</b> |
| <b>3.1</b>           | <b>METODOLOGIA Y TECNICAS UTILIZADAS.....</b>                                       | <b>45</b> |
| 3.1.1                | TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION .....                                                 | 45        |
| 3.1.2                | NIVEL DE INVESTIGACION .....                                                        | 45        |
| 3.1.3                | MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....                                                        | 46        |
| 3.1.4                | DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....                                                        | 47        |
| <b>3.2</b>           | <b>POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>                                                     | <b>48</b> |
| 3.2.1                | POBLACIÓN .....                                                                     | 48        |
| 3.2.2                | MUESTRA .....                                                                       | 48        |
| <b>3.3</b>           | <b>PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DE OBRAS PARA LA<br/>APLICACIÓN DEL SOFTWARE.....</b> | <b>49</b> |
| 3.3.1                | CONFIGURACION ESTRUCTURAL DE LAS<br>EDIFICACIONES. ....                             | 52        |
| 3.3.2                | ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO.....                                                | 53        |
| 3.3.3                | CONSIDERACION DE CARGAS. ....                                                       | 53        |
| <b>3.4</b>           | <b>DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS.....</b>                                              | <b>54</b> |
| 3.4.1                | PREDIMENSIONAMIENTO .....                                                           | 55        |
| 3.4.2                | METRADO DE CARGAS .....                                                             | 56        |
| 3.4.3                | ANALISIS ESTRUCTURAL.....                                                           | 56        |
| 3.4.4                | ALTERNANCIA DE CARGAS .....                                                         | 57        |
| 3.4.5                | ENVOLVENTE DE DISEÑO .....                                                          | 58        |

|                                                                                                         |                                                      |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------|
| 3.4.6                                                                                                   | DISEÑO POR FLEXION .....                             | 59        |
| 3.4.7                                                                                                   | CORTADO DE ACERO.....                                | 61        |
| 3.4.8                                                                                                   | DISEÑO POR CORTE .....                               | 62        |
| 3.4.9                                                                                                   | REFUERZO POR CONTRACCION Y TEMPERATURA .....         | 62        |
| <b>3.5</b>                                                                                              | <b>DISEÑO DE ESCALERAS.....</b>                      | <b>63</b> |
| 3.5.1                                                                                                   | DIMENSIONAMIENTO.....                                | 64        |
| 3.5.2                                                                                                   | METRADO DE CARGA.....                                | 65        |
| 3.5.3                                                                                                   | ANALISIS ESTRUCTURAL.....                            | 67        |
| 3.5.4                                                                                                   | DISEÑO POR FLEXION .....                             | 68        |
| 3.5.5                                                                                                   | DISEÑO POR CORTE .....                               | 69        |
| <b>CAPITULO IV: SISTEMA PROPUESTO PARA EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES.....</b> |                                                      | <b>70</b> |
| <b>4.1</b>                                                                                              | <b>ANALISIS .....</b>                                | <b>70</b> |
| 4.1.1                                                                                                   | OBJETIVOS DEL SISTEMA .....                          | 70        |
| 4.1.2                                                                                                   | IDENTIFICACION DE REQUERIMIENTOS .....               | 71        |
| 4.1.2.1                                                                                                 | DESCRIPCION DOVASLO (Losas Aligeradas un sentido) 71 |           |
| 4.1.2.2                                                                                                 | DESCRIPCION DOVASESC (Escaleras) .....               | 72        |
| 4.1.3                                                                                                   | DESCRIPCION DE LOS MODULOS .....                     | 72        |
| 4.1.3.1                                                                                                 | MODULO DE INGRESO DE DATOS.....                      | 72        |
| 4.1.3.2                                                                                                 | MODULO DE CALCULOS.....                              | 72        |
| 4.1.3.3                                                                                                 | MODULO DE VISUALIZACION DE RESULTADOS73              |           |
| 4.1.4                                                                                                   | REQUERIMIENTOS FUNCIONALES .....                     | 73        |
| 4.1.4.1                                                                                                 | REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA DOVASLO .....        | 73        |
| 4.1.4.2                                                                                                 | REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA DOVASESC.....        | 74        |
| 4.1.5                                                                                                   | REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES. ....                  | 74        |
| 4.1.6                                                                                                   | PLAN DE EJECUCION .....                              | 76        |
| <b>4.2</b>                                                                                              | <b>DISEÑO .....</b>                                  | <b>76</b> |
| 4.2.1                                                                                                   | DISEÑO DE ARQUITECTURA .....                         | 77        |
| 4.2.1.1                                                                                                 | TECNOLOGIAS USADAS .....                             | 77        |
| 4.2.1.2                                                                                                 | LENGUAJES DE PROGRAMACION .....                      | 78        |
| 4.2.2                                                                                                   | DISEÑO DE PROCESOS .....                             | 80        |
| 4.2.2.1                                                                                                 | REPRESENTACION DEL ALGORITMO.....                    | 80        |
| 4.2.3                                                                                                   | DISEÑO DE BASE DE DATOS.....                         | 82        |

|                                         |                                                          |            |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.4                                   | DISEÑO DE INTERFACES DE LOS PROGRAMAS .....              | 82         |
| 4.2.4.1                                 | INTERFAZ DOVASLO .....                                   | 83         |
| 4.2.4.2                                 | INTERFAZ DOVAESC.....                                    | 97         |
| 4.2.4.3                                 | MEMORIAS DE CALCULOS .....                               | 104        |
| 4.2.4.4                                 | VIZUALIZACION DE MEMORIA DE CÁLCULO ...                  | 104        |
| <b>4.3</b>                              | <b>CODIFICACION .....</b>                                | <b>117</b> |
| 4.3.1                                   | CODIFICACION EN TI-BASIC (CALCULOS).....                 | 117        |
| 4.3.2                                   | CODIFICACION EN LUA (GRAFICOS) .....                     | 119        |
| 4.3.3                                   | INTEGRACION DE AMBOS LENGUAJES DE<br>PROGRAMACION .....  | 120        |
| <b>4.4</b>                              | <b>PRUEBAS .....</b>                                     | <b>121</b> |
| 4.4.1                                   | PRUEBAS UNITARIAS.....                                   | 121        |
| 4.4.2                                   | PRUEBAS DE ACEPTACION DEL USUARIO .....                  | 123        |
| <b>4.5</b>                              | <b>IMPLANTACION Y MANTENIMIENTO.....</b>                 | <b>124</b> |
| 4.5.1                                   | IMPLANTACION DE LA APLICACIÓN.....                       | 124        |
| 4.5.2                                   | PERMISOS DE ACCESO AL SISTEMA .....                      | 125        |
| 4.5.3                                   | MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.....                           | 127        |
| <b>CAPITULO V:</b>                      | <b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>                      | <b>128</b> |
| <b>5.1</b>                              | <b>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS PRE TEST .....</b>       | <b>128</b> |
| <b>5.2</b>                              | <b>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POST TEST.....</b>       | <b>130</b> |
| <b>5.3</b>                              | <b>PRUEBA DE HIPÓTESIS .....</b>                         | <b>131</b> |
| 5.3.1                                   | FORMULACIÓN DE CUADRO DE VALORES DE<br>INDICADORES ..... | 131        |
| 5.3.2                                   | SUPUESTOS DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS .....                | 131        |
| 5.3.3                                   | CÁLCULO DEL VALOR CRÍTICO Y FUNCIÓN PRUEBA..             | 132        |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>               |                                                          | <b>134</b> |
| <b>SUGERENCIAS.....</b>                 |                                                          | <b>136</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b> |                                                          | <b>137</b> |
| <b>MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>      |                                                          | <b>138</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                      |                                                          | <b>139</b> |

## INDICE DE CUADROS

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 2.1 : Relación de aceros comerciales en Perú .....                                        | 18  |
| Cuadro 3.1 : Personal en obra .....                                                              | 49  |
| Cuadro 3.2 : Descripción de pabellones en estudio .....                                          | 52  |
| Cuadro 3.3 : Peraltes mínimos en aligerados y vigas a menos que se calculen las deflexiones..... | 55  |
| Cuadro 4.1 : Cronograma de Ejecución del software .....                                          | 76  |
| Cuadro 5.1 : Resultados de la estadística descriptiva del Pre Test .....                         | 129 |
| Cuadro 5.2 : Resultados de la estadística descriptiva del Post Test.....                         | 130 |

## INDICE DE IMAGENES

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| Imagen 2.1 : Curva de deformación unitaria.....                         | 12  |
| Imagen 2.2 : Sistemas de Entrepiso.....                                 | 28  |
| Imagen 2.3 : Sistemas de escaleras simplemente apoyadas .....           | 31  |
| Imagen 2.4 : Sistemas de escaleras con diferentes tipos de apoyos.....  | 32  |
| Imagen 2.5 : Sistemas de escaleras auto-portantes con un descanso ..... | 35  |
| Imagen 2.6 : Sistemas de escaleras macizas.....                         | 36  |
| Imagen 3.1 : Mapeo Institución Educativa Abner Monroy Cachay.....       | 50  |
| Imagen 3.2 : Mapeo Institución Educativa El Oriente .....               | 50  |
| Imagen 3.3 : Mapeo Institución Educativa Integrada .....                | 51  |
| Imagen 3.4 : Características geométricas de una losa aligerada .....    | 55  |
| Imagen 3.5 : Alternancia de Cargas para una viga de 3 tramos. ....      | 58  |
| Imagen 3.6 : Cortes de acero para los momentos negativos.....           | 61  |
| Imagen 3.7 : Cortes de acero para los momentos positivos .....          | 61  |
| Imagen 3.8 : Tipo de apoyo teniendo en cuenta donde se apoya .....      | 67  |
| Imagen 4.1 : Secuencia del Método Cascada .....                         | 70  |
| Imagen 4.2 : Ejemplo usando lenguaje TI-Basic .....                     | 79  |
| Imagen 4.3 : Ejemplo usando lenguaje LUA .....                          | 79  |
| Imagen 4.4 : Flujo de programación de DOVASESC .....                    | 81  |
| Imagen 4.5 : Flujo de programación de DOVASLO .....                     | 82  |
| Imagen 4.6 : Secuencias de clicks para activar modo Computadora.....    | 104 |
| Imagen 4.7 : Vista Previa modo Computadora.....                         | 105 |
| Imagen 4.8 : Codificación de Matrices en TI-Basic.....                  | 118 |
| Imagen 4.9 : Codificación de Funciones en TI-Basic.....                 | 118 |

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Imagen 4.10 : Clase en LUA para lista desplegable .....                                       | 119 |
| Imagen 4.11 : Función para graficar Diagrama de envolventes.....                              | 120 |
| Imagen 4.12 : Asignación de variables a resultados .....                                      | 121 |
| Imagen 4.13 : Importación de variables a LUA.....                                             | 121 |
| Imagen 4.14 : Caso de prueba con resultado ÉXITO .....                                        | 122 |
| Imagen 4.15 : Interfaz del software de la calculadora TI-Nspire CX CAS en la computadora..... | 125 |
| Imagen 4.16 : Procedimiento para saber el código Id de la calculadora.....                    | 126 |
| Imagen 4.17 : Diagrama de flujo para otorgar los permisos a las calculadoras ..               | 127 |
| Imagen 5.1 : Regiones de aceptación y rechazo .....                                           | 133 |

# **CAPITULO I**

## **CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

### **1.1 DESCRIPCION Y FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA**

En la ingeniería se está en una constante búsqueda de mejoras y optimización de recursos y tiempo, logrando los mismo o mejores resultados, el cual se apoya en nuevas metodologías y con el aporte de la tecnología, esto se vinieron implementando a través del tiempo con aplicaciones en diversos campos como la ingeniería civil, específicamente la aplicación de software han jugado un papel fundamental y ayudaron a lograr dichos objetivos y en particular en el campo estructural.

Si bien es cierto con la incorporación de la computadora, en los cálculos estructurales hubo un gran avance en lo que se refiere a la eficacia y eficiencia para lograr el diseño de los elementos estructurales, también aumentó la exigencia en entregar los proyectos en tiempos más reducidos, pero cometiendo ciertos errores u obviando muchas veces aspectos técnicos en cuanto al diseño algunos elementos estructurales, esto ha sido detectado en la fase de expediente técnico o en la misma ejecución del proyecto, como por ejemplo sobredimensionamientos, el cual afecta directamente al costo de inversión de la obra.

Asimismo, se tiene casos en que las memorias de cálculos son presentados de forma errónea, sin hacer las comprobaciones

necesarias para tener la certeza que dicho elemento se comportara de manera correcta frente a los esfuerzos aplicados en el mismo.

Se presenta otros problemas como el que enfrenta el ingeniero, que estando en obra, en la ejecución de un proyecto, van perdiendo la cultura de cálculo, imponiéndose muchas veces la experiencia adquirida con sus años laborados en la carrera, llevándoles a cometer errores continuos, ya que obvian los cálculos de los elementos estructurales, por lo que suelen aceptar los planos tal y como se les entrega en el expediente técnico, evadiendo de esta manera la responsabilidad de poder detectar un mal diseño y posteriormente dar una solución a dicha deficiencia. La justificación que aducen es que estando en el campo muchas veces se limitan a tener los espacios y equipos computacionales disponibles y que requiere de tiempo prolongado para tal verificación y que para eso existe un expediente técnico.

Frente a estas deficiencias observadas, la investigación se centra en analizar y proponer alternativas que pueden ser solución insitu en obra, mediante el diseño e implementación de un sistema aplicando el lenguaje de programación LUA, para su funcionamiento en un equipo portátil como la calculadora, lo cual permitirá el análisis de elementos estructurales tomando como referencia las losas aligeradas en un solo sentido y escaleras pues consideramos como críticas, pudiendo ampliarse en otros módulos.

## **1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

¿En qué medida la creación de un sistema será útil en el análisis de elementos estructurales de en una edificación estando en campo?

### **1.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS**

- ¿La implementación de una aplicación será posible utilizando el lenguaje de programación LUA de la calculadora TI-Nspire CX CAS?
- ¿El uso de un software especializado podrá poder detectar problemas en el diseño de losas aligeradas y escaleras estando en campo?
- ¿El tiempo empleado en los cálculos de losas aligeradas (1 dirección) y escaleras serán optimizados con el uso de aplicaciones especializadas en las mismas?
- ¿Qué similitud existen con los resultados obtenidos con el software comercial que funcionan en computadoras y con el recurso tiempo?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sistema para el análisis de elementos estructurales existentes en una edificación.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Implementar una aplicación utilizando el lenguaje de programación LUA de la calculadora TI-Nspire CX CAS.
- Verificar si es posible obtener el diseño y la distribución de acero de la losa aligerada y escaleras directamente en el lugar de ejecución del proyecto.
- Disminuir el tiempo en los cálculos de losas aligerados (1 dirección) y escaleras.
- Comparar diseños obtenidos con los programas creados con otro software comercial que funcionan en computadoras.

### **1.4 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA**

Hoy en día, prácticamente en todas las áreas de trabajo se utilizan herramientas, equipos y aparatos computacionales que facilitan la ejecución del trabajo de profesionales de las distintas especialidades, la ingeniería civil no es la excepción.

Por esta razón, es absurda la idea que tienen muchos ingenieros de no dar el uso a las calculadoras en el diseño de elementos estructurales, hidráulicos, etc, cuando equipos como los antes mencionados ayudan a comprender y resolver los problemas y situaciones que se presentan principalmente en el campo.

Cada día avanza la tecnología, en la ingeniería, al igual que otras profesiones, se pueden realizar diseños con la ayuda de la calculadora, lo que sucede es que la gran mayoría desconocen o no hacen uso de

las aplicaciones que se pueden generar con estos elementos portátiles que teniendo programas creados a comodidad y exigencia que se requiere pueden solucionar múltiples problemas, en especial para ser usado en campo, la cual facilitaría realizar comprobaciones y diseño de elementos estructurales, reduciendo costos y optimizando tiempo.

## **1.5 LIMITACIONES Y ALCANCES**

El trabajo de investigación estará enfocado al estudio de diseño de losas aligeradas (1 dirección) y escaleras que conforman usualmente las edificaciones que se ejecutan en la profesión de ingeniería Civil.

Entre los rubros de la construcción de edificaciones se tiene el diseño de elementos estructurales el cual requieren cálculos de análisis estructural para posteriormente realizar el diseño de concreto armado, el cual siguiendo un buen cálculo y diseño se logrará tener la seguridad que dicha estructura se comporte de la mejor manera cuando esté sometido a esfuerzos.

## **1.6 HIPOTESIS**

### **1.6.1 HIPOTESIS GENERAL**

“El diseño de una aplicación con el lenguaje LUA, permite el análisis de elementos estructurales en una edificación”

### **1.6.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS**

- “La implementación de una aplicación se logrará utilizando el lenguaje de programación LUA de la calculadora TI-Nspire CX CAS.”
- “Con la portabilidad de la calculadora es posible obtener el diseño de la losa aligerada (1 sentido) y escalera directamente en el lugar de ejecución del proyecto”.
- “El tiempo empleado en realizar los cálculos en los programas de la calculadora TI-Nspire CX CAS serán menores que realizarlos con software de computadora.”
- “Los resultados obtenidos con los programas creados son parecidos a los que se logran usando los software comerciales que funcionan en computadoras”.

## **1.7 SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES**

### **1.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Diseño e implementación de un sistema aplicando el lenguaje de programación LUA.

### **1.7.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Análisis de elementos estructurales en edificaciones.

## **CAPITULO II**

### **CAPITULO 2: MARCO TEÒRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES O REVISION DE ESTUDIOS REALIZADOS**

Antes del desarrollo de los programas de análisis estructural, los ingenieros analizaban los edificios como un conjunto de pórticos planos empleando métodos aproximados como el del portal, voladizo o muto, utilizando para las operaciones numéricas reglas de cálculo o calculadoras de mano.

En 1970, el Dr. Edward L. Wilson, lanzó en EE.UU el primer programa completo de análisis estructural <sup>(1)</sup>, llamado SAP, el cual representaba para su época el estado del arte de los procedimientos numéricos para la ingeniería estructural. En esa época, el programa era utilizado en computadoras de gran tamaño, por lo que estuvo restringido a las organizaciones gubernamentales y a las grandes compañías. Los programas elaborados a inicios de los 70s tenían una serie de limitaciones, como: una capacidad muy reducida de análisis, un complicado proceso de ingreso de datos (que se realizaba a través de tarjetas perforadas) y una trabajosa lectura de los resultados, los cuales se obtenían en papel impreso.

---

<sup>(1)</sup> José Antonio Taboada García & Arturo Martín de Izcue Uceda. *Análisis y diseño de edificios asistido por computadoras*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Peru.

Estas desventajas iniciales, que demandaban un gran cuidado en el ingreso de los datos y en la lectura de los resultados, se fueron reduciendo con los años debido al aumento en la memoria y velocidad de las nuevas computadoras, la implementación de nuevos métodos numéricos, la invención de nuevos algoritmos, lenguajes de programación y sistemas operativos con entornos gráficos más avanzados.

A finales de los años 70, aparecieron las computadoras personales, lo cual hizo que los programas de análisis también se volvieran populares en las pequeñas compañías y entre algunos usuarios individuales.

En el año 1980, se desarrolló la primera aplicación para análisis estructural en 3D para computadoras personales.

La ingeniería civil es una rama de la ingeniería que se encarga del diseño y edificación de infraestructuras de tipo civil. Las infraestructuras de tipo civil incluyen puentes, edificios, obras hidráulicas, de transporte, entre otras. Dicho en otros términos, la ingeniería civil es la responsable de planear, diseñar y llevar a cabo todos los sistemas que componen la infraestructura, tanto pública como privada.

Para el caso de la ingeniería estructural se puede decir que es una división de la ingeniería civil. Básicamente la función de este tipo de ingeniería es seleccionar los materiales de construcción más adecuados. La elección de los materiales se lleva a cabo una vez que se ha hecho un análisis de las fuerzas que se ejercerán sobre dichos materiales, de manera que las resistan. También se toma en

consideración la ubicación geográfica, la actividad sísmica y cualquier otro factor que, a la larga, pudiera afectar la estructura. En el diseño de elementos estructurales tenemos el problema de tener que recurrir a muchos cálculo matemáticos donde los ingenieros manifiestan un olvido de los conocimientos adquiridos previamente o una completa falta de los mismos, generando esto dificultades en nuestra profesión que tiene como propósito la interpretación de resultados una vez obtenidos.

El ingreso de la calculadora al campo de la ingeniería civil y la utilización de ella como parte de los útiles que el ingeniero dispone para su trabajo diario nos puede ayudar a solucionar este continuo problema.

## **2.2. MARCO SITUACIONAL O DE REFERENCIA**

Lua fue creado en 1993 por Roberto Ierusalimschy, Luiz Henrique de Figueiredo y Waldemar Celes basado en C y Perl con una estructura similar. Miembros del Grupo de Tecnología en Computación Gráfica (Tecgraf) en la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro. Las versiones de Lua anteriores a la 5.0 fueron distribuidas bajo una licencia similar a la BSD, de la versión 5.0 en adelante se utiliza la licencia MIT, compatible con la GPL.

Lua ha sido usado en muchas aplicaciones comerciales y no comerciales, cuyo número incrementa cada año.

Lua es un lenguaje de programación suficientemente compacto para usarse en diferentes plataformas. En Lua las variables no tienen tipo, sólo los datos y pueden ser lógicos, enteros, números de coma flotante o cadenas. Estructuras de datos como vectores, conjuntos, tablas hash, listas y registros pueden ser representadas utilizando la única estructura de datos de Lua: la tabla.

Lua es un lenguaje multiparadigma porque su semántica puede ser extendida y modificada redefiniendo funciones de las estructuras de datos utilizando meta tablas, casi como en Perl (así permite implementar, por ejemplo, la herencia aunque sea ajena al lenguaje). Lua ofrece soporte para funciones de orden superior, recolector de basura. Combinando todo lo anterior, es posible utilizar Lua en programación orientada a objetos.

Lua es un lenguaje de programación extensible diseñado para una programación procedimental general con utilidades para la descripción de datos. También ofrece un buen soporte para la programación orientada a objetos, programación funcional y programación orientada a datos. Se pretende que Lua sea usado como un lenguaje de script potente y ligero para cualquier programa que lo necesite. Lua está implementado como una biblioteca escrita en C limpio (esto es, en el subconjunto común de ANSI C y C++).

Siendo un lenguaje de extensión, Lua no tiene noción de programa principal (main): sólo funciona embebido en un cliente anfitrión, denominado programa contenedor o simplemente anfitrión (host). Éste

puede invocar funciones para ejecutar un trozo de código Lua, puede escribir y leer variables de Lua y puede registrar funciones C para que sean llamadas por el código Lua. A través del uso de funciones C, Lua puede ser aumentado para abarcar un amplio rango de diferentes dominios, creando entonces lenguajes de programación personalizados que comparten el mismo marco sintáctico. La distribución de Lua incluye un programa anfitrión de muestra denominado lua, que usa la biblioteca de Lua para ofrecer un intérprete de Lua completo e independiente.

Lua es software libre, y se proporciona, como es usual, sin garantías, como se establece en su licencia.

## **2.3. MATERIALES EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

### **2.3.1. CONCRETO**

#### **ESFUERZOS DE COMPRESIÓN**

##### **a) Esfuerzos de Compresión Uniaxial.**

Por lo general la resistencia a la compresión del concreto se obtiene del ensayo de probetas de 12" de altura por 6" de diámetro. Las probetas se cargan longitudinalmente en una tasa lenta de deformación para alcanzar la deformación máxima en 2 ó 3 minutos. La curva esfuerzo-deformación se obtienen de este ensayo, en el cual se relaciona la fuerza de

compresión por unidad de área versus el acortamiento por unidad de longitud.

La curva que se presenta corresponde a un ensayo de corta duración del orden de unos cuantos minutos.

Se puede observar que el concreto no es un material elástico, sin embargo se puede considerar una porción recta hasta aproximadamente el 40% de la carga máxima. Además el colapso se produce comúnmente a una carga menor que la máxima.

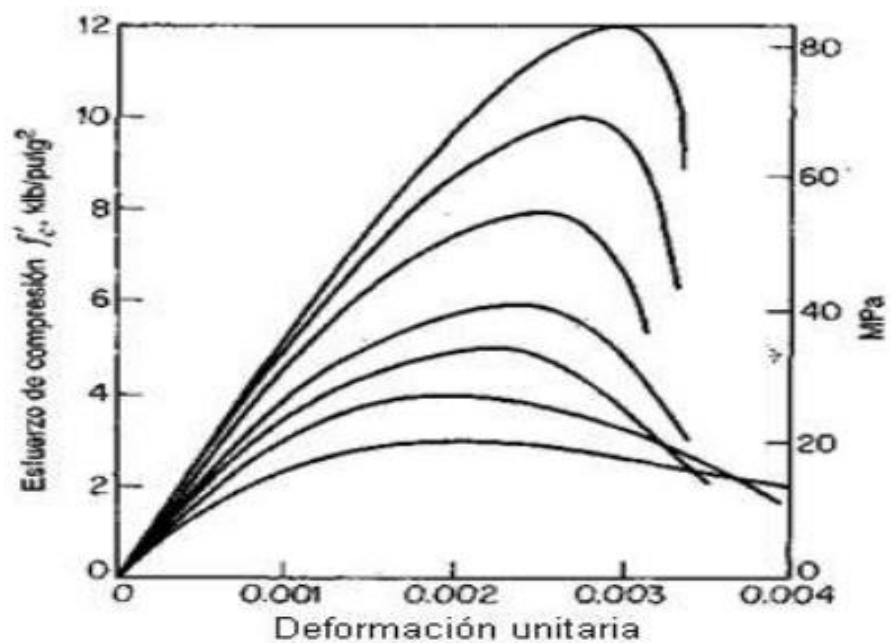


Imagen 2.1 : Curva de deformación unitaria

En el ensayo de cilindros de concreto simple, la carga máxima se alcanza a una deformación unitaria del orden de 0.002. El colapso de la probeta que corresponde al extremo de la rama descendente se presenta en ensayos de corta duración a

deformaciones que varían entre 0.003 y 0.007, según las condiciones del espécimen y de la máquina de ensayo.

A continuación se describe los efectos que tienen la edad, la relación agua/cemento, efectos de velocidad de carga, velocidad de deformación, esbeltez y tamaño del espécimen.

- Efectos de la edad : Debido al proceso continuo de hidratación del cemento, el concreto aumenta su capacidad de carga con la edad, por tanto el aumento de capacidad de carga del concreto depende de las condiciones de curado a través del tiempo.
- Efecto de la relación agua/cemento : La resistencia del concreto depende de la relación agua/cemento: a mayor relación agua/cemento, menor es la resistencia.
- Efecto de la velocidad de carga : Las resistencias de una probeta en el que la carga máxima se alcanza en centésimas de segundo es aproximadamente 50% mayor que la que alcanza su carga máxima en 66 seg. Por otra parte para una probeta en que la carga máxima se alcanza en 69 minutos, la resistencia disminuye en un 10%.
- Efectos de la velocidad de deformación : Si la velocidad de deformación es grande, la rama descendente es brusca, en tanto que si la deformación se aplica lentamente, la rama descendente es bastante suave.

- Efectos de la esbeltez y del tamaño del espécimen :

Se ha tomado arbitrariamente como 100% la resistencia de una probeta con relación de esbeltez igual a dos. Para esbelteces mayores de 6 la resistencia baja hasta llegar a un 85%. En especímenes geoméricamente semejantes pero de distinto tamaño la resistencia disminuye para un espécimen mayor.

#### **b) Comportamiento a esfuerzos Combinados.**

En muchas estructuras el concreto está sujeto a esfuerzos directos y cortantes que actúan en varias direcciones. Considerando el equilibrio de las fuerzas que actúan en un elemento de concreto, se demuestra que se puede reducir cualquier combinación de esfuerzos combinados a tres esfuerzos normales que actúan en tres planos perpendiculares.

Investigadores han llegado a la conclusión de que la resistencia del con-creto sujeto a compresión biaxial puede ser mayor hasta un 27% que la resistencia uniaxial. Para esfuerzos biaxiales iguales de compresión el aumento de resistencia es aproximadamente de un 16%.

Se han hecho ensayos de probetas de concreto sujeto a compresión triaxial. En estos ensayos el estado triaxial de esfuerzos se crea rodeando al espécimen de aceite a cierta

presión (presión de confinamiento lateral) y aplicando una carga axial hasta la falla. Se encontró la siguiente relación:

$$f_1 = f'_c + 4.1 f_2$$

Donde:

$f_1$  = Resistencia a la compresión axial del espécimen.

$f'_c$  = Resistencia a la compresión uniaxial del espécimen no confinado.

$f_2$  = Presión de confinamiento lateral.

Es evidente que un aumento en la presión lateral produce aumentos significativos en ductilidad al igual que en resistencia.

### **ESFUERZO DE TENSION EN L CONCRETO.**

El someter al concreto a tensión axial directa, no ha sido muy utilizado para propósitos de investigación debido a dificultades experimentales. En lugar de ello se ha utilizado la prueba brasilera, que en esencia consiste en someter una probeta de concreto a compresión lineal diametral como se muestra en la figura.

El esfuerzo de ruptura de tensión a través del diámetro se encuentra de la relación  $2P/(1\pi hd)$ , en que P es la carga aplicada durante la ruptura, h la longitud del cilindro y d el diámetro.

Para pruebas realizadas se ha encontrado que el esfuerzo de tracción del concreto está dada por la siguiente relación.

$$f_t = 1.5 \sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$



También es posible evaluar la resistencia a la tensión del concreto por medio de pruebas de flexión realizadas en vigas de concreto simple. Esto se determina con frecuencia ensayando un prisma de concreto simplemente apoyado, sujeto a uno o dos cargas concentradas. La resistencia de tensión en flexión, conocida como módulo de rotura  $f_r$  se calcula de la fórmula de flexión  $M/Z$  en que  $M$  es el momento flexionante y  $Z$  el módulo de la sección.

Un valor usual aproximado encontrado para el módulo de rotura es:

$$f_t = 2 \sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

### **MODULO ELASTICO DEL CONCRETO.**

Del estudio de las curvas de esfuerzo deformación, resulta obvio que el concepto convencional del módulo de elasticidad no tiene sentido en el concreto, por lo que se recurre a definiciones arbitrarias, basadas en consideraciones empíricas. Así se puede definir el módulo tangente inicial, el módulo tangente en un punto determinado de la curva esfuerzo

- deformación y el módulo secante entre dos puntos de la misma.

El módulo de elasticidad es función principalmente de la resistencia del concreto y de su peso volumétrico.

El reglamento ACI ha propuesto la siguiente expresión para estimar el módulo de elasticidad.

$$E_c = w^{1.5} 4000 \sqrt{f'_c}$$

Donde  $E_c$  es el módulo de elasticidad en kg/cm<sup>2</sup>,  $w$  es el peso volumétrico del concreto en t/m<sup>3</sup> y  $f'_c$  resistencia del concreto en kg/cm<sup>2</sup>.

Si consideramos el peso volumétrico  $w = 2.4$  t/m<sup>3</sup> tenemos:

$$E_c = 15000 \sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

En algunos análisis elásticos se suelen emplear  $G$ , el módulo de elasticidad al esfuerzo cortante, y  $\mu$ , el coeficiente de Poisson. El primero se toma comúnmente como fracción del módulo de elasticidad que se usa en compresión, del orden de 0.4. Experimentalmente, se ha determinado que el segundo varía entre 0.12 y 0.20, con frecuencia se supone  $\mu$  igual a 0.18.

### **2.3.2. ACERO DE REFUERZO**

El acero de refuerzo en concreto armado son varillas de sección redonda, las cuales tienen corrugaciones cuyo fin es

restringir el movimiento longitudinal de las varillas relativas al concreto que las rodea. A continuación damos una tabla con varillas de producción común en nuestro medio.

| <b>Diametro</b> | <b>Diametro (cm)</b> | <b>Area (cm<sup>2</sup>)</b> |
|-----------------|----------------------|------------------------------|
| 6 mm            | 0.60                 | 0.28                         |
| 8 mm            | 0.80                 | 0.50                         |
| 3/8 "           | 0.95                 | 0.71                         |
| 12 mm           | 1.20                 | 1.13                         |
| 1/2 "           | 1.27                 | 1.29                         |
| 5/8 "           | 1.59                 | 1.99                         |
| 3/4 "           | 1.91                 | 2.84                         |
| 1 "             | 2.54                 | 5.10                         |
| 1 3/8"          | 3.49                 | 10.06                        |

**Cuadro 2.1 : Relación de aceros comerciales en Perú**

Generalmente el tipo de acero se caracteriza por el límite o esfuerzo de fluencia, entre estos tipos tenemos los de grado 40, 50 y 60, que corresponden a los límites de fluencia de 2800, 3500 y 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

Las curvas esfuerzo-deformación del acero muestran una porción inicial elástica lineal, una plataforma de fluencia (es decir donde la deformación del acero continua sin aumento del esfuerzo, a este valor del esfuerzo se le llama esfuerzo de fluencia), una región de endurecimiento por deformación, y finalmente una zona donde el esfuerzo decae hasta ocurrir la fractura.

## **MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL ACERO.**

El módulo de elasticidad del acero está dado por la pendiente de la porción elástica lineal de la curva esfuerzo-deformación, el valor del módulo de elasticidad de los distintos tipos de acero cambia muy poco y generalmente se toma igual  $2 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ .

### **2.3.3. CONFINAMIENTO DEL CONCRETO POR EL ACERO DE REFUERZO**

En la práctica, se confina al concreto mediante refuerzo transversal por estribos (zunchos y/o aros de acero rectangular). El concreto queda confinado cuando a esfuerzos que se aproximan a la resistencia uniaxial  $f'_c$ , las deformaciones transversales se hacen muy elevadas debido al agrietamiento interno progresivo y el concreto se apoya contra el refuerzo transversal, el que entonces aplica una reacción de confinamiento al concreto. El refuerzo transversal proporciona confinamiento pasivo. Las pruebas realizadas por investigadores, han demostrado que el confinamiento por el refuerzo transversal puede mejorar considerablemente las características esfuerzo-deformación del concreto a deformaciones elevadas; además se ha demostrado que los zunchos confinan al concreto con mayor eficiencia que los estribos.

El concreto no está confinado fuera del área del refuerzo transversal, y se puede esperar que este concreto de

recubrimiento tenga características esfuerzo deformación distinta a las del concreto dentro del núcleo. El recubrimiento generalmente comienza a desprenderse cuando se alcanza la resistencia no confinada, especialmente si la cuantía de acero transversal es elevada debido a la presencia de un gran número de varillas transversales crea un plano de debilidad entre el núcleo y el recubrimiento lo que precipita el desprendimiento.

#### **2.3.4. EFECTOS DEL TIEMPO EN EL ENDURECIDO**

Cuando se aplica una carga a un espécimen de concreto, éste adquiere una deformación inicial. Si la carga permanece aplicada, la deformación aumenta con el tiempo, aun cuando no se incrementa la carga. Las deformaciones que ocurren con el tiempo en el concreto se deben esencialmente a dos causas: contracción y flujo plástico.

##### **Contracción**

Las deformaciones por contracción se deben esencialmente a cambios en el contenido de agua del concreto a lo largo del tiempo. La contracción tiende a producir esfuerzos debido a la restricción al libre desplazamiento del elemento. Se puede estimar que las deformaciones unitarias debidas a contracción varían entre 0.0002 y 0.0010.

## **Flujo Plástico**

El flujo plástico es un fenómeno relacionado con la aplicación de la carga; se trata esencialmente de un fenómeno de deformación bajo carga continua, debido a un reacomodo interno de las partículas que ocurre al mismo tiempo que la hidratación del cemento.

## **Efecto de la permanencia de la carga**

Es importante conocer el porcentaje de la resistencia que puede soportar una pieza de concreto en compresión sin fallar, cuando la carga se mantiene indefinidamente. Se puede decir con cierto grado de seguridad, que el concreto puede tomar indefinidamente, sin fallar, cargas hasta el 60% de su capacidad. Cargas mayores del 70-80%, aplicadas de modo permanente, acaban siempre por provocar la falla del espécimen.

## **2.4. ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES**

### **2.4.1. ZAPATAS**

Una zapata es un tipo de cimentación superficial (normalmente aislada), que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas. Consisten en un ancho prisma de hormigón (concreto) situado bajo los pilares de la estructura. Su función es transmitir al

terreno las tensiones a que está sometida el resto de la estructura y anclarla.

Cuando no es posible emplear zapatas debe recurrirse a cimentación por pilotaje o losas de cimentación.

## **TIPOS DE ZAPATAS**

Existen varios tipos de zapatas en función de si servirán de apoyo a uno o varios pilares o bien sean a muros. Para pilares singulares se usan zapatas aisladas, para dos pilares cercanos zapatas combinadas, para hileras de pilares o muros zapatas corridas.

- **ZAPATAS AISLADAS**

Empleadas para pilares aislados en terrenos de buena calidad, cuando la excentricidad de la carga del pilar es pequeña o moderada. Esta última condición se cumple mucho mejor en los pilares no perimetrales de un edificio. Las zapatas aisladas según su relación entre el canto y el vuelo o largo máximo libre pueden clasificarse en:

- Zapatas rígidas o poco deformables.
- Zapatas flexibles o deformables.

Y según el esfuerzo vertical esté en el centro geométrico de la zapata se distingue entre:

- Zapatas centradas.
- Zapatas excéntricas.

- Zapatas irregulares.
- Zapatas colindantes

El correcto dimensionado de las zapatas aisladas requiere la comprobación de la capacidad portante de hundimiento, la comprobación del estado de equilibrio (deslizamiento, vuelco), como la comprobación resistente de la misma y su asentamiento diferencial en relación a las zapatas contiguas.

Para construir una zapata aislada deben independizarse los cimientos y las estructuras de los edificios ubicados en terrenos de naturaleza heterogénea, o con discontinuidades, para que las diferentes partes del edificio tengan cimentaciones estables. Constructivamente, conviene que las instalaciones del edificio estén sobre el plano de los cimientos, sin intersectar zapatas o riostras.

La profundidad del plano de apoyo se fija basándose en el informe geotécnico, sin alterar el comportamiento del terreno bajo el cimiento, a causa de las variaciones del nivel freático o por posibles riesgos debidos a las heladas. Es conveniente llegar a una profundidad mínima por debajo de la cota superficial de 50 u 80 cm en aquellas zonas afectadas por estas variables. El informe geotécnico proporciona información sobre la resistencia a compresión de los diferentes estratos, por lo que a partir de él es posible decidir el estrato más adecuado

teniendo en cuenta la heterogeneidad del terreno y el coste de construcción de los diversos tipos de cimentación.

En el caso que el edificio tenga una junta estructural con soporte duplicado (dos pilares), se efectúa una sola zapata para los dos soportes. En cuanto al hormigón, la mayor parte de instrucciones de hormigón recomiendan bajo condiciones usuales, usar hormigón de consistencia plástica, con áridos de tamaño alrededor de 40 mm. En la ejecución, y antes de echar el hormigón, disponer en el fondo una capa de hormigón pobre de aproximadamente 5 cm de espesor, antes de colocar las armaduras. Para todo tipo de zapata, el plano de apoyo de la misma debe quedar empotrado 10 cm. en el estrato del terreno.

- **ZAPATAS COMBINADAS**

A veces, cuando un pilar no puede apoyarse en el centro de la zapata, sino excéntricamente sobre la misma o cuando se trata de un pilar perimetral con grandes momentos flectores la presión del terreno puede ser insuficiente para prevenir el vuelco de la cimentación. Una forma común de resolverlo es uniendo o combinando la zapata de cimentación de este pilar con la más próxima, o mediante vigas centradoras, de tal manera que se pueda evitar el giro de la cimentación.

Un caso frecuente de uso de zapatas combinadas son las zapatas de medianería o zapatas de lindero, que por

limitaciones de espacio suelen ser zapatas excéntricas. Por su propia forma estas zapatas requieren para un correcto equilibrio una viga centradora. Dicha viga centradora junto con otras dos zapatas, constituye un caso de zapatas combinadas.

- **ZAPATAS CORRIDAS O CONTINUAS**

Se emplea normalmente este tipo de cimentación para sustentar muros de carga, o pilares alineados relativamente próximos, en terrenos de resistencia baja, media o alta. Las zapatas de lindero conforman la cimentación perimetral, soportando los pilares o muros excéntricamente; la sección del conjunto muro-zapata tiene forma de "L" para no invadir la propiedad del vecino. Las zapatas interiores sustentan muros y pilares según su eje y la sección muro-zapata tiene forma de T invertida; poseen la ventaja de distribuir mejor el peso del conjunto.

#### **2.4.2. COLUMNAS**

Las columnas de concreto tienen como tarea fundamental transmitir las cargas de las losas hacia los cimientos, la principal carga que recibe es la de compresión, pero en conjunto estructural la columna soporta esfuerzos flexionantes también, por lo que estos elementos deberán contar con un refuerzo de acero que le ayuden a soportar estos esfuerzos. Especificaciones de diseño para columnas Para dimensionar

columnas es conveniente seguir las siguientes especificaciones:

- a) Las columnas deben dimensionarse conforme a todos los momentos flectores relacionados con una condición de carga.
- b) En el caso de columnas situadas en esquina y de otras cargadas en forma desigual en lados opuestos de direcciones perpendiculares, deben tomarse en consideración los momentos flectores biaxiales.
- c) La cuantía mínima del área de las varillas longitudinales de refuerzo respecto al área transversal y total de la columna,  $A_g$  es de 0.01, la cuantía máxima es de 0.08. sin embargo, en el caso de columnas cuya área seccional sea mayor que la exigida por las cargas puede usarse un valor más pequeño para  $A_g$ , aunque nunca inferior a la mitad del área bruta de dichas columnas, para calcular la capacidad de carga y el área mínima de varillas longitudinales. Esta excepción permite reutilizar encofrados para columnas más grandes de lo necesario y permite que las áreas de varillas longitudinales sean apenas de 0.005 veces el área real de la columna. Deberá utilizarse por lo menos cuatro varillas longitudinales en los arreglos rectangulares del refuerzo y seis en los circulares.

### **2.4.3. VIGAS**

Las vigas son elementos estructurales de concreto armado, diseñado para sostener cargas lineales, concentradas o uniformes, en una sola dirección. Una viga puede actuar como elemento primario en marcos rígidos de vigas y columnas, aunque también pueden utilizarse para sostener losas macizas o nervadas. La viga soporta cargas de compresión, que son absorbidas por el concreto, y las fuerzas de flexión son contrarrestadas por las varillas de acero corrugado, las vigas también soportan esfuerzos cortantes hacia los extremos por tanto es conveniente, reforzar los tercios de extremos de la viga. Para lograr que este elemento se dimensione cabe tener en cuenta la resistencia por flexión, una viga con mayor peralte (altura) es adecuada para soportar estas cargas, pero de acuerdo a la disposición del proyecto y su alto costo hacen que estas no sean convenientes. Para lograr peraltes adecuados y no incrementar sus dimensiones, es conveniente incrementar el área del acero de refuerzo para compensar la resistencia a la flexión. Para el diseño de una viga se deberá considerar también para su dimensionamiento, los esfuerzos de corte, torsión, de control, de agrietamiento y deflexión.

### **2.4.4. LOSAS ALIGERADAS**

La losa de entrepiso aligerada es uno de los elementos más utilizados en la construcción. Se usan con la finalidad de conseguir estructuras más ligeras y económicas. Las losas son

de distintos tipos: losas macizas que son de acero y concreto, y losas aligeradas que tienen el beneficio de disminuir los efectos de las fuerzas originadas por la acción de los sismos, en tanto sean más aligerados estos techos, pueden disminuir las dimensiones de las cimentaciones y de otros elementos de la estructura portante de las edificaciones.

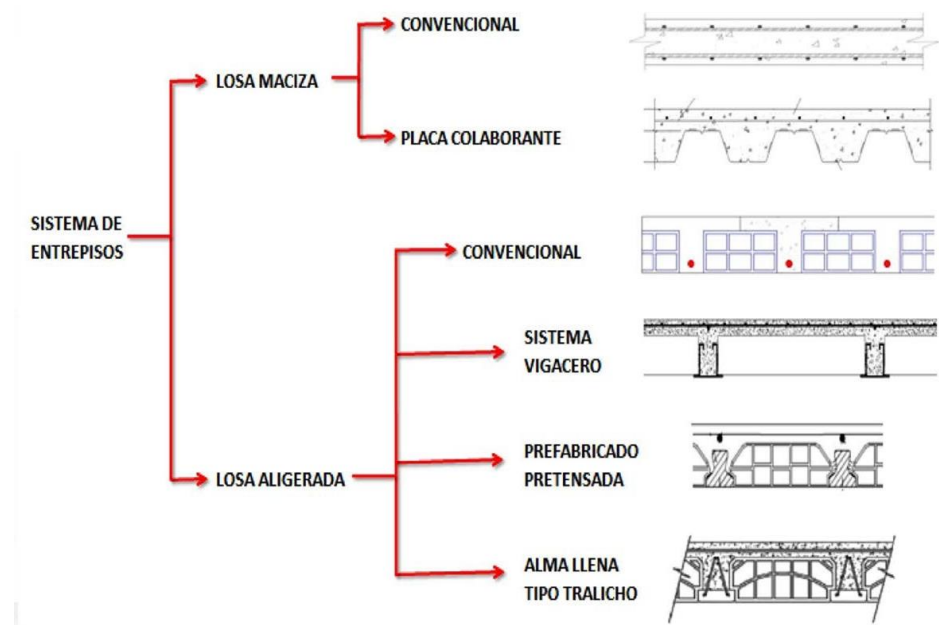


**Imagen 2.2 : Sistemas de Entrepiso**

Se les denomina losas aligeradas a un tipo de losas en la que parte del concreto se reemplaza por otros materiales como cajones de madera, poliestireno, esferas, etc., y en el caso de viviendas de uno y dos pisos se reemplaza por ladrillos o bloques. De esta forma se disminuye el peso de la losa y se pueden cubrir mayores luces de manera más económica.

Las losas aligeradas no requieren el uso de encofrados metálicos pues el ladrillo actúa como encofrado lateral de las viguetas.

#### **2.4.5. ESCALERAS**

Un sistema de escaleras se puede definir como una parte integral de una estructura que conecta un punto con otro ubicado dentro de la misma estructura pero con diferentes cotas de nivel, medidas que se dan a partir de un punto común.

La tipología estructural de las escaleras es muy variada sin embargo las escaleras más comúnmente empleadas son aquellas que su configuración estructural está basada en losas o placas de concreto armado apoyadas en sus extremos y escalonadas de tal forma que sea fácil la movilización a través de ellas.

#### **CLASIFICACION DE SISTEMAS DE ESCALERAS**

Los factores por medio de los cuales se clasifica un sistema de escaleras pueden ser factores físicos, estructurales y relacionados con el tipo de uso que tiene el sistema dentro de una edificación, sin embargo a continuación se detallan los más importantes.

## **1. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE ESCALERAS DE ACUERDO CON EL SISTEMA DE APOYOS LO SUSTENTAN.**

Los sistemas de escaleras pueden clasificarse en tres grupos de acuerdo con el sistema de apoyos en el cual se sustenta su estructura y le permiten poseer estabilidad. Estos grupos se detallan a continuación.

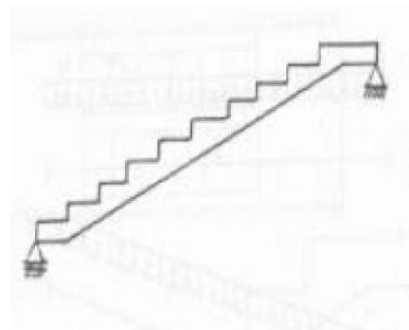
### **Escaleras simplemente apoyadas**

Los sistemas de escaleras simplemente apoyadas son las más comúnmente utilizadas dentro de los edificios, estos sistemas se caracterizan por tener una corta longitud la cual puede variar de 3.00m a 4.00m, los apoyos pueden estar constituidos por sistemas de vigas ya sea terminales o de apoyo intermedio.

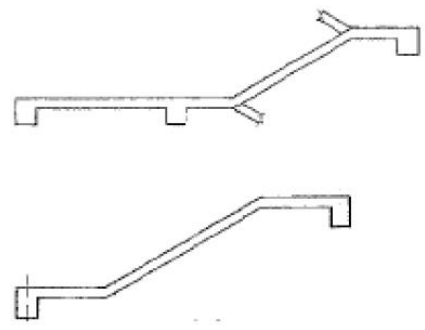
En caso que el sistema posea sistemas de apoyo de vigas intermedias, las luces de las placas que componen las escaleras pueden alargarse y variar entre 4.00m a 6.00m siempre y cuando el sistema posea vigas terminales en ambos extremos y la viga intermedia sea diseñada con la capacidad estructural para resistir los esfuerzos torsionantes que el sistema le induzca. El sistema de apoyos simples puede darse en un sistema de escaleras, tanto en el sentido longitudinal como en el sentido transversal. Esto indica que el apoyo simple puede darse en los extremos de la placa de concreto armado o bien en los extremos del escalón.

### **Sistemas de escaleras apoyadas longitudinalmente**

En el caso de un sistema de escaleras apoyado longitudinalmente, se puede decir que son sistemas de losas o placas apoyados en sus extremos y que llevan en el sentido del eje de la escalera y del escalón el acero de refuerzo principal, este grupo se puede dividir a su vez en sistemas de escaleras simplemente apoyadas de un tramo y sistemas de escaleras simplemente apoyadas de dos o más tramos que como su nombre lo indica, varia el número de placas y apoyos que conforma el sistema, sin embargo su metodología de diseño es la misma.



**a. Sistema de un tramo.**



**b. Sistema de dos tramos.**

**Imagen 2.3 : Sistemas de escaleras simplemente apoyadas**

### **a. Sistemas de escaleras apoyadas transversalmente**

En el caso especial de un sistema de escaleras apoyadas transversalmente se trata de un sistema que apoya los escalones en sus extremos, generando de

esta forma escalones auto portantes con acero de refuerzo principal en el eje del escalón, este sistema de escaleras se sub divide en tres grupos de acuerdo a la configuración de sus apoyos.

De acuerdo con la configuración que posea sus sistemas de apoyos se puede clasificar a los sistemas de escaleras de la siguientes formas: apoyos articulados en ambos extremos, apoyos empotrados en ambos extremos y apoyos combinados, es decir un extremo articulado y el otro extremo empotrado en una estructura altamente rígida.



**Imagen 2.4 : Sistemas de escaleras con diferentes tipos de apoyos**

## **2. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE ESCALERAS SEGÚN SU IMPORTANCIA DENTRO DE LA EDIFICACIÓN**

Los sistemas de escaleras pueden clasificarse de acuerdo con la importancia que poseen dentro de una edificación, ya que, basado en las funciones que tenga un sistema en una estructura, así deberá ser analizada, diseñada y edificada. Los

principales sistemas de escaleras empleados en una edificación se detallan a continuación.

**a) Sistemas de escaleras de uso diario.**

Debido a que la función primordial de un sistema de escaleras es el movilizar usuarios de una edificación de un punto a otro, es por ello que estos sistemas se instalan en las edificaciones como sistemas de seguridad y evacuación, es decir que son estos los sistemas empleados para evacuar a los usuarios de una edificación al momento de presentarse una catástrofe, con base en esto se puede ver la necesidad que existe de crear sistemas eficientes de evacuación, es decir que los sistemas que se utilicen, en este caso las escaleras, tengan la capacidad de resistir la combinación crítica de cargas que en un momento dado pueda inducírsele.

**b) Sistemas de escaleras de uso cotidiano**

Las escaleras de uso cotidiano son aquellas que dentro de una edificación se les mantiene el acceso abierto en cualquier momento de la vida de la estructura, son estas a las que se les demanda diariamente una respuesta antes los esfuerzos inducidos por cargas gravitacionales de ocupación de una estructura.

### **3. CLASIFICACIÓN DE SISTEMAS DE ESCALERAS DE ACUERDO CON SU CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL**

Cuando se habla de configuración estructural se está hablando acerca de las características estructurales que posee un sistema, es decir se detalla el sistema de apoyos que este posee tanto longitudinalmente como transversalmente, el tipo de estructural que conforma el sistema, es decir escalones en voladizo, losas o placas de concreto armado etc.

#### **a) Sistema de escaleras auto-portantes**

Se denomina sistema de escaleras auto-portante a aquel sistema que se conforma por dos tramos de losas de concreto escalonadas y colocadas en sentido contrario una respecto de la otra con un descanso entre ambos tramos, respecto de las losas podemos decir que ambas se encuentra empotradas a elementos rígidos en sus extremos sin embargo el punto común de unión es una losa dispuesta horizontalmente denominada descanso en la cual se concentran esfuerzo torsionantes que son transmitidos a las losas escalonadas y estas a su vez lo transmiten a los elementos terminales tal y como se aprecia en la figura.

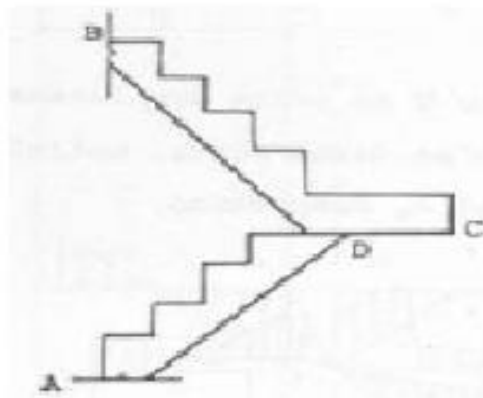


**Imagen 2.5 : Sistemas de escaleras auto-portantes con un descanso**

### **b) Sistemas de escaleras de losa maciza**

Los sistemas de losa maciza son los sistemas de escaleras más comúnmente empleados, ya que su análisis como su diseño no constituyen un procedimiento que represente mayor dificultad, este tipo de sistemas se compone de placas o losas de concreto armado las cuales se apoyan en sus extremos en diversos elementos estructurales que se les transmite las cargas colectadas por el sistema de diafragmas compuestos por las losas que integran el sistema de escaleras.

Este tipo de sistemas se sub divide de acuerdo con el número de tramos o losas que lo componen, se puede clasificar este sistema en: sistema de escaleras de un solo tramos, sistema de escaleras de dos tramos de losa con un descanso y sistema de escaleras de tres tramos con dos descansos.

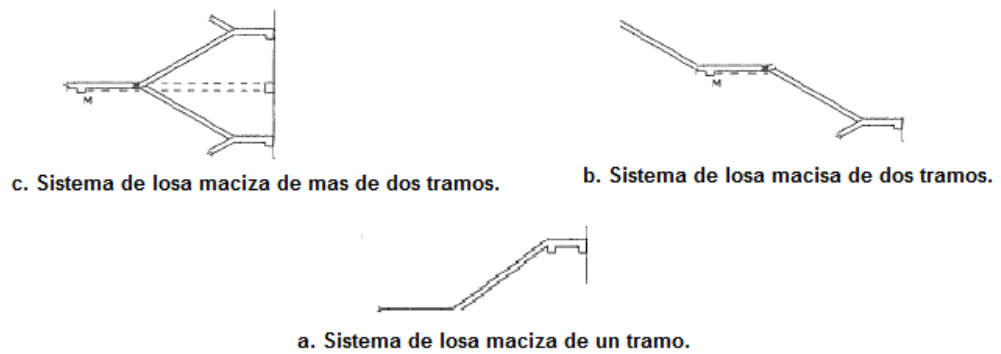


**Imagen 2.6 : Sistemas de escaleras macizas**

## **2.5. INGENIERIA DE SOFTWARE**

Ingeniería de Software es una disciplina o área de las ciencias de la computación que ofrece métodos y técnicas para desarrollar y mantener software de calidad que resuelve problemas de todo tipo.

Ingeniería de Software no es una disciplina que solo debe seguirse para proyectos de software que se encuentren pensados dentro de ciertas áreas, por el contrario, trata con áreas muy diversas de las ciencias de la computación, tales como construcción de compiladores, sistemas operativos, o desarrollos en Internet como es muy cercanamente el caso de la aplicación de software de esta propuesta. La Ingeniería de Software abarca todas las fases del ciclo de vida del desarrollo de cualquier tipo de sistemas de información aplicables a áreas tales como los negocios, investigación científica, medicina, producción, logística, banca, y – para el caso particular de este estudio – diseño de elementos estructurales en Ingeniería civil.

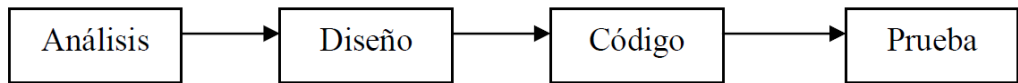
Un aspecto muy importante de Ingeniería de Software es que proporciona parámetros formales para lo que se conoce como Gestión

(o Administración) de Proyectos de Software. Esto se refiere a que Ingeniería de Software proporciona diversas métricas y metodologías que pueden usarse como especificaciones para todo lo referente a la administración del personal involucrado en proyectos de software, ciclos de vida de un proyecto de software, costos de un proyecto, y en si todo el aspecto administrativo que implica el desarrollar software. Por supuesto que estos aspectos no son relevantes para los fines de este proyecto, principalmente porque este proyecto no se desarrolla con fines lucrativos monetariamente hablando.

De acuerdo con Pressman, Ingeniería en general es el análisis, diseño, construcción, verificación y gestión de entidades técnicas. En general, todo proceso de ingeniería debe comenzar por contestar las siguientes preguntas: ¿Cuál es el problema a resolver?, ¿Cuáles son las características de la entidad que se utiliza para resolver el problema?, ¿Cómo se realizará la entidad (y la solución)?, ¿Cómo se construirá la entidad?, ¿Cómo va a probarse la entidad?, y ¿Cómo se apoyará la entidad cuando los usuarios finales soliciten correcciones y adaptaciones a la entidad?

## **2.6. MODELO LINEAL SECUENCIAL**

El modelo lineal secuencial, también conocido como modelo en cascada, se basa en un enfoque sistemático y secuencial del desarrollo del software que comienza en un nivel de sistemas y progresa con el análisis, diseño, codificación, pruebas, y mantenimiento. La siguiente figura ilustra el modelo lineal secuencial para la ingeniería de software.



### Modelo Lineal Secuencial

De acuerdo con Pressman, el modelo lineal secuencial contempla seis actividades que deben llevarse a cabo. A continuación se describen estas actividades, y se aterriza cada una de ella a los fines de este proyecto:

- a) **Ingeniería y modelado de Sistemas.** El software siempre forma parte de un contexto más grande, que puede ir desde una empresa hasta un sistema. El trabajo comienza estableciendo requisitos de todos los elementos del sistema, y asignando al software algún subgrupo de estos requisitos.
- b) **Análisis de los requisitos del software.** El proceso de reunión de requisitos se intensifica y se centra especialmente en el software. Dentro del proceso de análisis es fundamental que a través de una colección de requerimientos funcionales y no funcionales, el desarrollador o desarrolladores del software comprendan completamente la naturaleza de los programas que deben construirse para desarrollar la aplicación, la función requerida, comportamiento, rendimiento e interconexión.
- c) **Diseño.** Según Pressman, el diseño del software es realmente un proceso de muchos pasos pero que se clasifican dentro de uno mismo.

En general, la actividad del diseño se refiere al establecimiento de las estructuras de datos, la arquitectura general del software, representaciones de interfaz y algoritmos. El proceso de diseño traduce requisitos en una representación de software.

**d) Generación de Código.** Esta actividad consiste en traducir el diseño en una forma legible por la máquina. En el caso de la aplicación de software de este proyecto, la generación de código se refiere tanto a la parte de cálculo de esfuerzos internos y diseño de concreto armado, así mismo como a la parte de la gráfica de los resultados anteriormente calculado para un mejor entendimiento y posteriormente un mejor análisis de los mismos.

**e) Pruebas.** Una vez que se ha generado código, comienzan las pruebas del software o sistema que se ha desarrollado. De acuerdo con Pressman, el proceso de pruebas se centra en los procesos lógicos internos del software, asegurando que todas las sentencias se han comprobado, y en los procesos externos funcionales, es decir, la realización de las pruebas para la detección de errores. En el caso de una herramienta de software para tratar el cálculo del diseño de elementos estructurales, es necesario tener etapas de pruebas tanto para la parte funcional del software, como para la parte aplicativa del mismo. Se requiere poder probar el software con sujetos reales que puedan evaluar el comportamiento del software con el fin de proporcionar retroalimentación a los desarrolladores. Es sumamente

importante que durante el proceso de desarrollo no se pierda el contacto con los interesados o solicitantes del desarrollo de software, de esta manera los objetivos de proyecto se mantendrán vigentes y se tendrá una idea clara de los aspectos que tienen que probarse durante el periodo de pruebas.

- f) Mantenimiento.** El software indudablemente sufrirá cambios, y habrá que hacer algunas modificaciones a su funcionalidad. Es de suma importancia que el software de calidad pueda adaptarse con fines de acoplarse a los cambios de su entorno externo. Una de las secciones posteriores de este documento se refiere específicamente a posibles expansiones de este proyecto, y por medio de la documentación apropiada y atinada del software se pueden presentar las vías para el mantenimiento y modificaciones al mismo.

## **2.7 LENGUAJE DE PROGRAMACION TI-BASIC**

TI-Basic es el nombre por el que es conocido el lenguaje de programación integrado en algunas calculadoras gráficas programables de Texas Instruments. Se asemeja al lenguaje BASIC clásico, de ahí su nombre. Al igual que este último, es un lenguaje de programación imperativo.

Existen dos variantes básicas del TI-Basic, una es la incluida en las calculadoras basadas en el procesador Zilog Z80 tales como las TI-82 y TI-85 entre otras, otra es la que se incluye en las calculadoras

basadas en el procesador Motorola 68000, como las TI-89, TI-92 y TI Voyage 200. La nueva familia de calculadoras la TI-Nspire y la TI-Nspire\_CAS incluyen también programación en lenguaje TI-BASIC compatibles con la TI-89 (Titanium) TI Voyage200

### **2.7.1. TIPOS DE DATOS**

Las variables utilizables son las mismas que las que se pueden utilizar directamente para efectuar cálculos sin programar, por ejemplo, en el caso de la TI-83:

- Las variables A-Z,  $\Phi$  (variables numéricas).
- Las listas estadísticas L0-6 (listas numéricas).
- Las matrices [A]-[J] (matrices numéricas).
- Las funciones Y0-Y9 (ídem).
- Las variables gráficas Pic0-Pic9 (imágenes gráficas).
- Las cadenas Str0-Str9 (ídem de caracteres)
- Las variables del sistema.
- Otras.

Este es el punto que más cambia entre cada variante de TI-Basic, ya que las variables disponibles dependen de la capacidad concreta de cada calculadora, por ejemplo la TI-82 solo tiene disponibles las matrices [A]-[E], y la TI-89 puede dar cualquier nombre a las variables numéricas, no solo una letra.

Se trata de un lenguaje de programación de tipado fuerte, debido a que no es posible modificar o elegir el tipo de datos

de las variables. Las variables no tienen necesidad de declararse antes de utilizarse en una expresión y son globales.

### **2.7.2. SINTAXIS**

La sintaxis es muy simple y adaptada a los principiantes en programación. Debido a que estas calculadoras son de uso muy común en algunas escuelas técnicas universitarias, constituye, tal como ocurre con el propio BASIC, un método sencillo de iniciarse en la programación.

Por el contrario, las posibilidades de uso general están reducidas y básicamente centradas en resolver algoritmos matemáticos, aunque existen bastantes juegos programados en TI-Basic, debido a la pantalla de tamaño razonable que contienen estas calculadoras.

No es posible crear funciones, métodos o procedimientos. La única posibilidad es llamar otros programas almacenados en forma de subrutina, sin soportar argumentos, aunque como las variables son globales existe la convención de pasar un parámetro a través de la variable Ans.

Los errores de sintaxis o excepciones se indican de la misma manera que cuando se provocan de forma directa, es decir, indicando la causa del problema y parando la ejecución, dando

la opción de cargar el editor de programas integrado en el punto que causó el error para poder corregirlo.

Ti-Basic soporta los conceptos fundamentales de control de flujo que tienen la mayoría de los lenguajes de programación.

Entre ellas se encuentran las siguientes instrucciones:

- La asignación, con la curiosa sintaxis EXPRESIÓN -> VARIABLE. Por ejemplo 5 -> A, almacena el valor 5 en la variable numérica A.
- Las instrucciones condicionales: If, Then, Else.
- Los bucles While, Repeat, For.
- La instrucción End, que indica el final de las instrucciones a ejecutar dentro de un grupo condicional o bucle.
- Las ramificaciones, con la instrucción Goto y las etiquetas designada por Lbl. prgmNOMBRE permite llamar a una subrutina y Menú permite mostrar un menú de opciones y saltar a una etiqueta concreta según la opción seleccionada.
- Otras dependiendo de la variante exacta de TI-Basic.

Las instrucciones de entrada/salida son:

- Input y Prompt, con el fin de entrar un valor por el teclado y almacenarlo en una variable.
- Output, para escribir en un lugar determinado de la pantalla de texto.

- Disp, que escribe detrás de la posición actual del cursor de la pantalla de texto.
- DispGraph, DispTable, muestran la pantalla de gráficos o la pantalla de tabla de valores.
- ClrHome, ClrTable, quienes borran la pantalla de texto o la de tabla de valores.
- Get y Send que importa o exporta una variable a o desde un dispositivo externo (generalmente otra calculadora).
- getKey permite para obtener la tecla pulsada.
- Otras más, dependiendo de la variante de TI-Basic.

Además están las cientos de funciones matemáticas y gráficas integradas en la calculadora están disponibles para la programación. Por ejemplo, sin (devuelve el seno de la expresión o ptOn(, que dibuja un píxel de color negro en un punto determinado de la pantalla gráfica. Una muestra de sintaxis de la primera función sería sin (B) -> A, que almacena el seno de lo que contenga la variable B en la variable A.

Al igual que en el BASIC tradicional, normalmente se escribe una instrucción por línea, aunque se puede escribir más de una instrucción por línea, separándolas con el signo dos puntos.

## **CAPITULO III**

### **CAPITULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 METODOLOGIA Y TECNICAS UTILIZADAS**

##### **3.1.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION**

El enfoque de la investigación es Aplicada tecnológico, de tipo hibrido o mixto (Cuantitativo y Cualitativo).

Este tipo de investigación también recibe el nombre de práctica, activa, dinámica. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. La investigación aplicada se encuentra estrechamente vinculada con la investigación básica, pues depende de los resultados y avances de esta última.

Busca confrontar la teoría con la realidad. Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. La investigación aplicada, ha enfocado la atención sobre la solución de teorías. Conciernen a un grupo particular más bien que a todos en general. Se refiere a resultados inmediatos y se halla interesada en el perfeccionamiento de los individuos implicados en el proceso de la investigación.

##### **3.1.2 NIVEL DE INVESTIGACION**

- Descriptiva. Comprende el proceso de identificación, descripción, caracterización de los análisis de losas (1 dirección) y escaleras.

- Analítico. Los diferentes tópicos y fuentes serán analizados ampliamente mediante sus correspondientes variables, los mismos que nos permitirán llegar a conclusiones valiosas.

### **3.1.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

#### **Deductivo**

Este método es el procedimiento racional que va de lo general a lo particular. Posee la característica de que las conclusiones de la deducción son verdaderas, si las premisas de las que se originan también lo son. Por lo tanto, todo pensamiento deductivo nos conduce de lo general a lo particular. De este modo, si un fenómeno se ha comprobado para un determinado conjunto de personas, se puede inferir que tal fenómeno se aplica a uno de estos individuos; por ejemplo, si se sostiene que todos los habitantes de una colonia compran tortillas a tres cuerdas de la avenida principal, de este fenómeno se puede derivar que, si Carlos es habitante de esta colonia, él comprará tortillas en esa tortillería (Gómez Bastar, 2012).

#### **Inductivo**

Es un procedimiento que va de lo individual a lo general, además de ser un procedimiento de sistematización que, a partir de resultados particulares, intenta encontrar posibles relaciones generales que la fundamenten. De manera específica, es el razonamiento que partiendo de casos particulares se eleva a conocimientos generales; o, también,

razonamiento mediante el cual pasamos del conocimiento de un determinado grado de generalización a un nuevo conocimiento de mayor grado de generalización que el anterior (Gómez Bastar, 2012).

### 3.1.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño a utilizar en el “Diseño e Implementación de un Sistema Aplicando el Lenguaje de Programación Lua para el Análisis de Elementos Estructurales en Edificaciones” es de sucesión o en línea conocido como pre-test, post-test con un solo grupo.

Se puede representar mediante la siguiente simbología: O, M<sub>1</sub>, X, M<sub>2</sub>.

O: M<sub>1</sub> ----- X ----- M<sub>2</sub>

Dónde:

- O: Objeto de estudio o unidad de análisis (Pre experimental).
- M<sub>1</sub>: Medición de la variable dependiente antes de aplicar la variable independiente (pre prueba).
- X: Aplicación de la variable independiente.
- M<sub>2</sub>: Medición de la variable dependiente después de aplicar la variable independiente (post-prueba).

La aplicación de éste diseño significa realizar tres pasos:

1. Edición de la variable dependiente antes de aplicar la variable independiente (Pre-Test).
2. Aplicación de la variable independiente (X).
3. Medición de la variable dependiente después de aplicar la variable independiente (Post-Test).
4. Finalmente comparar los resultados, para analizar las diferencias y obtener conclusiones respecto a la significancia o no después del tratamiento o experimento realizado.

## **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1 POBLACIÓN**

La población fue referencial y está constituido por los expedientes y obras públicas de la Provincia de Coronel Portillo, identificadas en total 40 registradas en el Gobierno regional.

### **3.2.2 MUESTRA**

Por la característica del proyecto, el muestreo para el estudio experimental, fue el no probabilístico, es decir intencional, a juicio de valor o conveniencia, se tomó como unidad de experimentación 03 obras en ejecución. De igual forma para validar la hipótesis con la aplicación del sistema para el análisis de los elementos estructurales en edificaciones, se consideró a los contratistas, supervisores de las empresas, residentes, encargados e intervinientes en el proceso de

programación, control y ejecución de obras, el cual hacen un total de 10, distribuidos de la siguiente manera:

| CARGO                         | CANTIDAD |
|-------------------------------|----------|
| Contratistas                  | 1        |
| Supervisores                  | 4        |
| Residentes                    | 4        |
| Otros. (Asistentes, técnicos) | 1        |
| Total                         | 10       |

**Cuadro 3.1 : Personal en obra**

### **3.3 PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DE OBRAS PARA LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE.**

Previamente se hizo la investigación bibliográfica sobre sistemas aplicando lenguaje de programación para el análisis de elementos estructurales en edificaciones.

Se visitó a varias obras para observar diferentes características tales como: Construcción, distribución interna, número y pre dimensionamiento de los elementos estructurales.

Se analizó los expedientes y la ejecución insitu para comprobar cálculos estructurales.

Para la selección de las obras, donde se realizó la aplicación del software, se tomó en cuenta instituciones educativas (ver anexo), licitadas por el Gobierno Regional de Ucayali y además los que se encontraban en construcción en el primer semestre del año 2017, dentro de la provincia de Coronel Portillo, las cuales se referencian en el siguiente plano:

## Mapeo de Instituciones educativas donde se realizó la aplicación del software

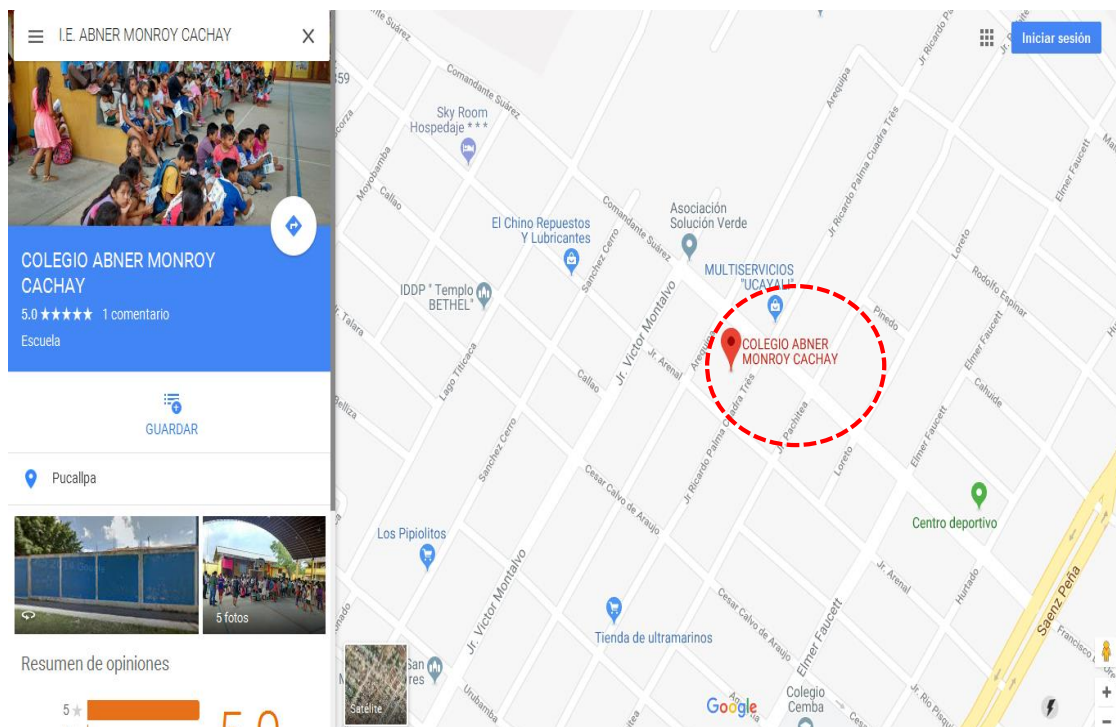


Imagen 3.1 : Mapeo Institución Educativa Abner Monroy Cachay

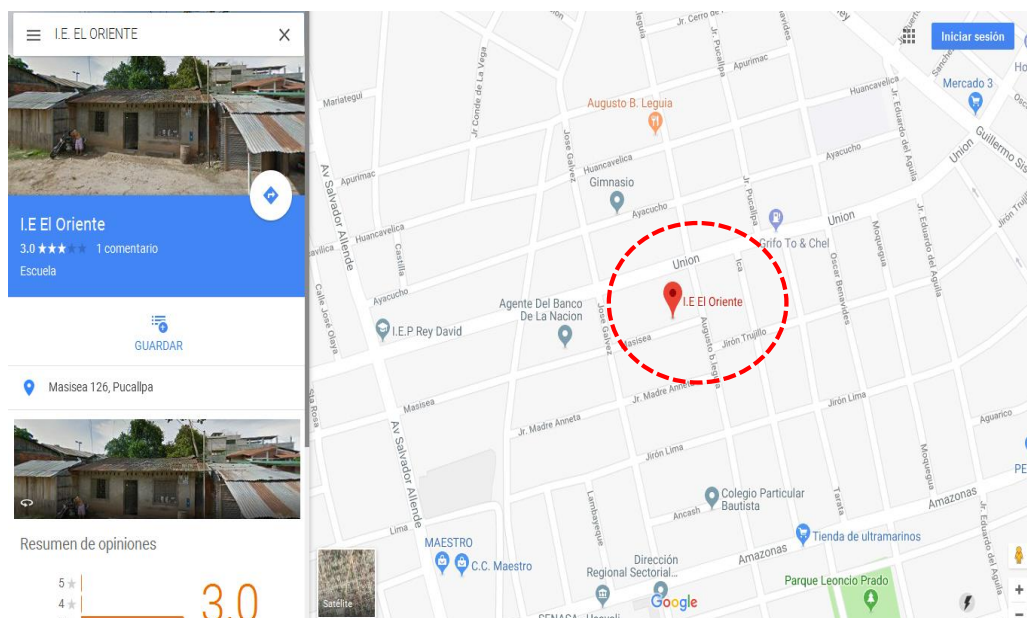


Imagen 3.2 : Mapeo Institución Educativa El Oriente

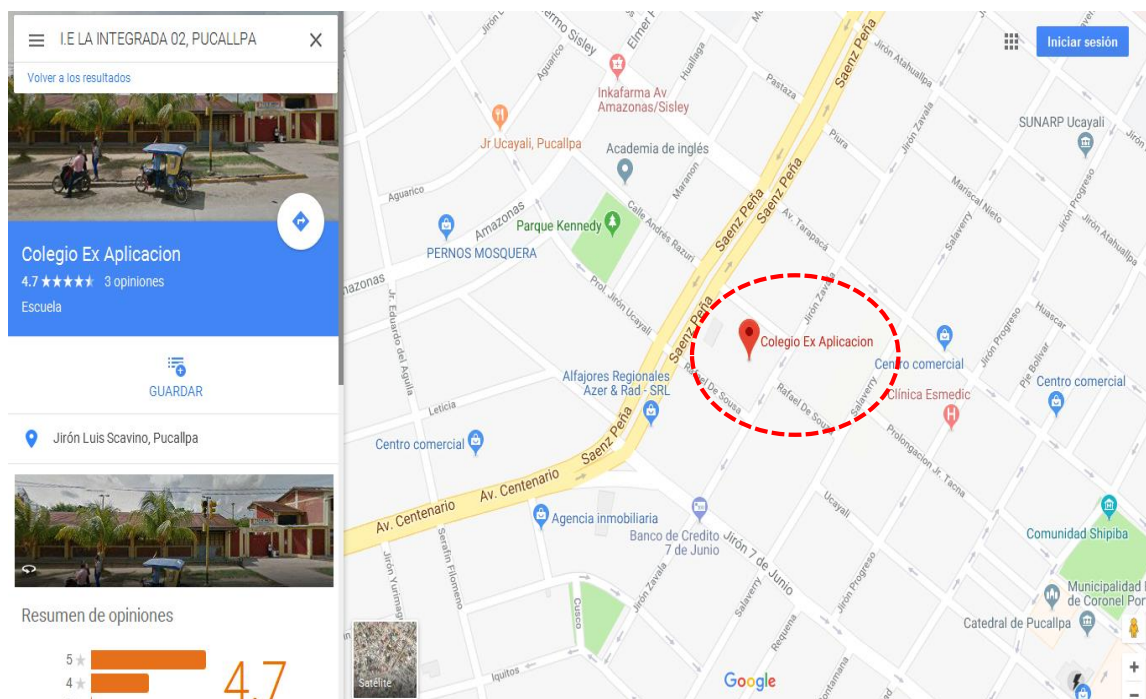


**Imagen 3.3 : Mapeo Institución Educativa Integrada**

Las Instituciones Educativas y pabellones que fueron seleccionadas (ver anexo) son las indicadas en la tabla que se muestra a continuación misma que fueron escogidas en base a los siguientes parámetros:

- **TIPO DE EDIFICIACION** : Todas las edificaciones tienen como fin de uso ser Institución Educativa.
- **NUMERO DE PISOS** : Todas las instituciones educativas escogidas cuentan con por lo menos un Pabellón de 2 pisos el cual nos asegura la existencia de una escalera y losa aligerada, así como también cuentan con pabellones de 1 piso el cual no fueron considerados en el estudio.

- **MATERIALES** : Las losas aligeradas son de ladrillo de arcilla, concreto  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  y acero corrugado grado 60  $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$  (El acero y concreto es el mismo para las escaleras).

| CODIGO EDIFICACION | NOMBRE DEL COLEGIO                | DESCRIPCION DEL PABELLON                                                                                                                                            | AREA CONTRUIDA | LUZ PROMEDIO ENTRE COLUMNAS |        | ALTURA ENTREPISO | # DE PISOS |
|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------|--------|------------------|------------|
|                    |                                   |                                                                                                                                                                     |                | EJE X                       | EJE Y  |                  |            |
| E1                 | I.E. Nº 64008 "EL ORIENTE"        | <b>PABELLON N°01:</b><br><b>(Primer Piso)</b><br>COCINA, COMEDOR, ESCALERA,<br><b>(Segundo Piso)</b> 02 AULAS, SALA DE COMPUTO.                                     | 291.26 m2      | 4.10 m                      | 3.00 m | 3.55 m           | 2          |
| E2                 | I.E. INTEGRADA Nº 346             | <b>PABELLON N°05:</b><br><b>(Primer Piso)</b> COMEDOR, COCINA, SUM, BAÑO, ESCALERA, <b>(Segundo piso)</b> DIRECCION INICIAL, DIRECCION PRIMARIA, PAZADIZO.          | 264.55 m2      | 4.27 m                      | 3.12 m | 3.55 m           | 2          |
| E3                 | I.E. Nº 64019 ABNER MONROY CACHAY | <b>PABELLON N°02:</b><br><b>(Primer Piso)</b><br>03 AULAS, ESCALERA, <b>(Segundo piso)</b><br>AULA INNOVADORA, BIBLIOTECA CENTRO DE RECURSOS TECNOLÓGICO, PAZADIZO. | 254.12 m2      | 3.95                        | 3.00 m | 3.55 m           | 2          |

**Cuadro 3.2 : Descripción de pabellones en estudio**

Fuente: Sub Gerencia de Estudios-GOREU

### 3.3.1 CONFIGURACION ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES.

Las tres edificaciones elegidas son semejantes en los que respecta los aspectos estructurales el cual son detallados a continuación, se describe teniendo en cuenta la Norma Técnica Peruana E.030 "DISEÑO SISMORESISTENTE" del Reglamento Nacional de Edificaciones.

## **1. CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES.**

Edificación esencial.

## **2. SISTEMA ESTRUCTURAL.**

Eje X : Sistema Aporticado

Eje Y : Albañilería Confinada.

## **3. REGULARIDAD ESTRUCTURAL.**

Estructuras Regulares.

### **3.3.2 ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO.**

Para la verificación estructural del estudio, se ha tenido en consideración las especificaciones vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-010 Madera, E-020 Cargas, E-030 Sismo resistente, E-060 Concreto Armado y , así como las recomendaciones de la Norma ACI 318-14.

### **3.3.3 CONSIDERACION DE CARGAS.**

- **CARGA MUERTA:** Carga muerta se le denomina al conjunto de fuerzas que actúan de forma permanente, tanto en posición como en magnitud dentro de una estructura a lo largo de su período de vida. Generalmente, la carga muerta está constituida por el peso propio de una estructura, dicha carga puede estimarse de manera muy cercana mediante un análisis correcto de la configuración de una edificación, se consideran carga muertas los acabados finales de una residencia, los barandales, losas y apoyos de un sistema de escaleras así como todo recubrimiento que puede llegar a aplicarse.

- **CARGA VIVA:** La carga viva se le conoce también con el nombre de carga de ocupación, esta se basa principalmente en el concepto de su nombre, pues se puede definir como carga viva al conjunto de fuerzas que actúan en un momento dado en una estructura como producto de la ocupación de muebles o usuarios de una edificación, para el caso específico de sistemas de losas aligeradas se definirá como elementos de carga viva a los usuarios que por ellas transitaran; además esta carga puede llegar a encontrarse de forma parcial o total en una estructura o simplemente no darse.

La carga viva fue considerada teniendo en cuenta el ambiente el cual esta presenta en la edificación para posteriormente verificar en la Norma E.020 CARGAS la sobrecarga a considerar en el diseño.

- **CARGA SISMO:** Para esta investigación no se considerara la fuerza del sismo ya que solo se estudió el diseño de losas aligerada en una dirección y escaleras, por lo tanto estos elementos no consideran el sismo en sus diseño.

### 3.4 DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS

En nuestro medio el uso de losas aligeradas es muy arraigado ya que permiten ahorro de concreto al usar bloques de relleno, los cual además sirven como encofrados para las viguetas, produciéndose un ahorro también en el encofrado del techo. Dado que las vigas usadas para cubrir el techo se vacían conjuntamente con la losa de manera monolítica, sus secciones toman forma de vigas T, las cuales se denominan “viguetas”.

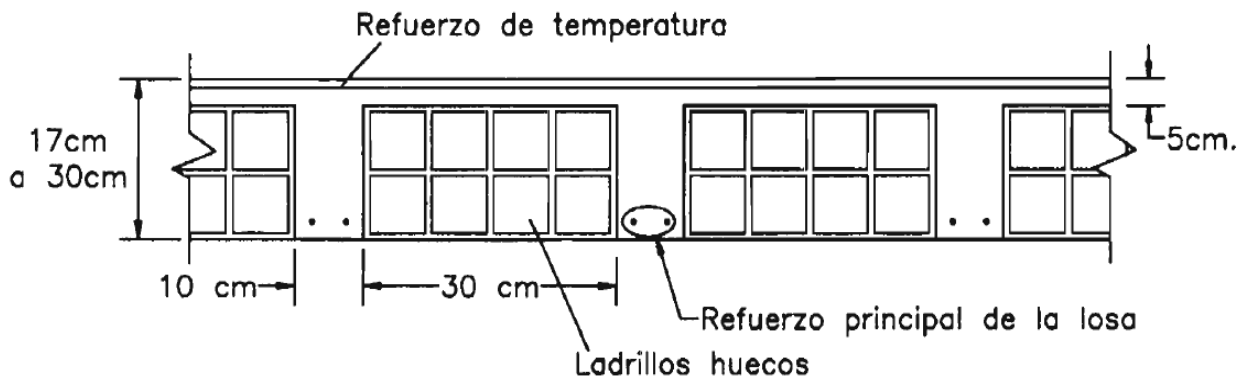


**Imagen 3.4 : Características geométricas de una losa aligerada (Harmsen, 2002)**

Las losas aligeradas se diseñan por vigueta, normalmente en un paño se selecciona la vigueta más crítica y su diseño se aplica a las demás viguetas del paño con el objetivo de lograr uniformidad en la distribución de refuerzo.

### 3.4.1 PREDIMENSIONAMIENTO

Para el pre dimensionamiento de la losa aligerada se tomó en cuenta la Norma E.060 en su artículo 9.6.2 muestra los valores del peralte mínimo para los cuales no será necesario calcular las deflexiones, dependiendo de las condiciones de apoyo.

|                        | Condiciones de apoyo |                         |                          |              |
|------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|--------------|
|                        | Simplemente apoyados | Con un extremo continuo | Ambos extremos continuos | En voladizos |
| <b><i>h</i> mínimo</b> | $L / 16$             | $L / 18.5$              | $L / 21$                 | $L / 8$      |

**Cuadro 3.3 : Peraltes mínimos en aligerados y vigas a menos que se calculen las deflexiones.**

Estos valores se pueden usar directamente en elementos de concreto de peso normal (alrededor de 2,400 kg/m<sup>3</sup>) y refuerzo con  $f_c = 4,200$  kg/cm<sup>2</sup>. En nuestro caso se cumplen estas dos condiciones.

### **3.4.2 METRADO DE CARGAS**

Para el metrado de cargas se consideran: cargas permanentes (cargas muertas) y las cargas vivas, teniendo en cuenta las cargas de diseño y el redimensionamiento de los elementos.

### **3.4.3 ANALISIS ESTRUCTURAL**

Salvo casos excepcionales, los techos no reciben solicitaciones sísmicas considerables, por lo que según el método de diseño LRFD estipulado en la Norma E.060, la combinación más crítica será  $1.4CM+1.7CV$ .

Para el análisis estructural se asume una viga sometida a flexión pura, con las cargas distribuidas y puntuales provenientes del metrado de cargas. Si se tiene paños contiguos donde se prevé que el refuerzo sea continuo, el modelo es el de una viga continua de varios tramos. Se analizan las fuerzas cortantes y momentos máximos obtenidos.

Los esfuerzos se pueden presentar en las viguetas, se pueden determinar por cualquier método de análisis, para nuestra investigación en específica se usó el método de la rigidez. Así cuando la sobrecarga es importante en relación a la carga muerta es mejor considerar en el análisis la posible alternancia de carga viva, de manera que se pueda determinar los máximos esfuerzos a que va a estar sometida la vigueta.

Con respecto a la idealización de la losa aligerada para posteriormente poder realizar el respectivo análisis estructural se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La luz de cálculo es igual a la distancia entre ejes de apoyo.
- Se han tomado las características geométricas de una sección T.
- La condición de apoyo en el encuentro con vigas es “Simplemente apoyado”.
- La condición de apoyo en el encuentro con placas es “Empotrado”.

#### **3.4.4 ALTERNANCIA DE CARGAS**

La carga muerta por su naturaleza tiene una distribución que no varía con el tiempo. Sin embargo, la carga viva es una carga móvil. Los tramos cargados en algunas ocasiones no lo estarán en otras. Este patrón de carga cambiante deberá ser considerado en el análisis para estimar los máximos esfuerzos en la estructura.

El máximo esfuerzo en una sección de un miembro continuo es generado por un patrón de cargas específico el cual puede ser determinado haciendo uso de diversos métodos, en este caso se usara la redistribución de esfuerzos.

La alternancia de cargas vivas es una situación real en una estructura y puede generar momentos mayores a los obtenidos al considerar todos los tramos uniformemente cargados, así como zonas donde se produzcan inversiones de momentos.

Algunas consideraciones al momento de hacer as alternancias de cargas son las siguientes:

- La carga muerta aplicada sobre todos los tramos, con la totalidad de la carga viva aplicada simultáneamente en todos los tramos.
- La carga muerta aplicada sobre todos los tramos, con la totalidad de la carga viva en tramos juntos y adyacentes.
- La carga muerta aplicada sobre todos los tramos, con la totalidad de la carga viva en tramos alternos.

Una muestra de la alternancia de carga viva, para un aligerado de tres tramos, se puede observar en el siguiente ejemplo.

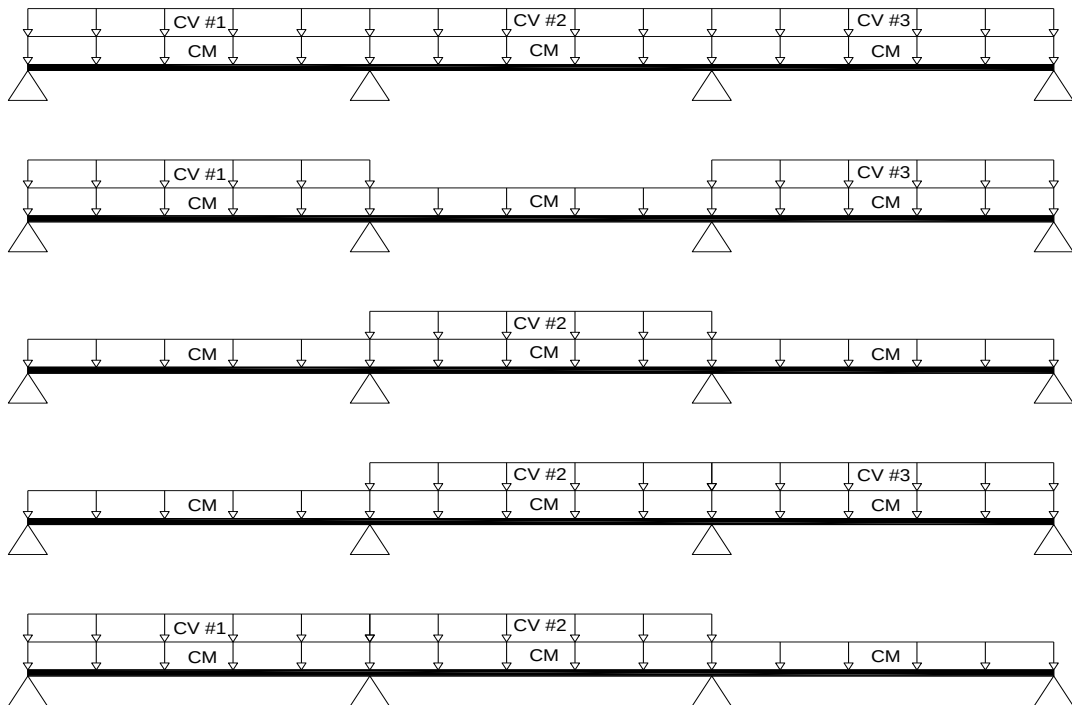


**Imagen 3.5 : Alternancia de Cargas para una viga de 3 tramos.**

### 3.4.5 ENVOLVENTE DE DISEÑO

La determinación de los diagramas de envolventes, consiste en superponer los graficas de los diagramas de esfuerzos de cada alternancia elaborada anteriormente para de esta manera obtener un solo grafico de la superposición de diagramas donde solo se tendrá en cuenta los máximos

valores de cada alternancia. Por consiguiente este grafico es el reflejo de los valores máximos de todas las alternancias.

### 3.4.6 DISEÑO POR FLEXION

Dado que el tema del presente trabajo es el diseño, no se ahondará en los fundamentos teóricos del comportamiento de elementos sometidos a flexión.

Las viguetas se deberían diseñar como vigas T, comprobando que el bloque de compresión permanezca en el espesor de la losa (5 cm), pero prácticamente esta condición siempre se cumple. Es por esto que para los momentos positivos se asume una sección rectangular con 40 cm de ancho, y para los momentos negativos una sección con 10 cm de ancho (Blanco, 1994).

Para el cálculo de la cuantía necesaria por flexión ( $\rho$ ) se usarán tablas de diseño, las cuales relacionan el valor de la cuantía con el parámetro  $Ku$ . Este parámetro se define como:

$$Ku = \frac{Mu}{bd^2}$$

Donde  $Mu$  es el momento último de diseño, " $b$ " es el ancho de la sección considerada para el análisis y " $d$ " es el peralte efectivo. Se entra a las tablas con el valor de  $Ku$ , se lee el valor correspondiente de  $\rho$  y se calcula el área de acero  $As$  como sigue:

$$Ku \rightarrow \rho \qquad As = \rho bd$$

Además, para verificar la longitud del bloque de compresión “ $a$ ” se usa la siguiente expresión:

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

Por otro lado, la Norma E.060 en su artículo 10.5 indica que el acero mínimo será el necesario para que la resistencia de diseño de la sección sea por lo menos 1.2 veces el momento de agrietamiento de la sección bruta ( $\phi M_n \geq 1.2 M_r$ ). Pero no será necesario cumplir con esta disposición si el área de acero en tracción proporcionada es mayor o igual a 1.3 veces el área calculada. Para secciones rectangulares la Norma E.060 brinda la siguiente expresión:

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c} b_w d}{f_y}$$

Aplicando la expresión para  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , se obtiene que el acero mínimo en aligerados es del orden de 0.24% de  $b_w d$ .

Cabe señalar que para el cálculo del acero mínimo en aligerados se considera sólo el ancho de alma  $b_w$ , ya sea para momentos positivos o negativos, y no el ancho asumido para el cálculo del acero por flexión. (Blanco, 1994)

Para el acero máximo, la Norma E.060 en su artículo 10.3.4 señala que la cuantía de acero en una sección debe ser como máximo el 75% de la cuantía balanceada. Esto permite que se tenga una sección sub-reforzada donde se espera una falla dúctil. Para  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$  la cuantía

balanceada es 2.13%, por lo tanto el acero máximo será del orden del 1.59% de  $bd$ .

### 3.4.7 CORTADO DE ACERO

Para realizar el cortado en acero en los aceros tanto positivo como negativo se hace uso del diagrama de momento flector ya que la disposición del acero está directamente relacionado con el momento flector al que está sometido el elemento. Por tanto se usó las siguientes consideraciones para poder tener un armado de acero en el cual se puede absorber todo el momento:

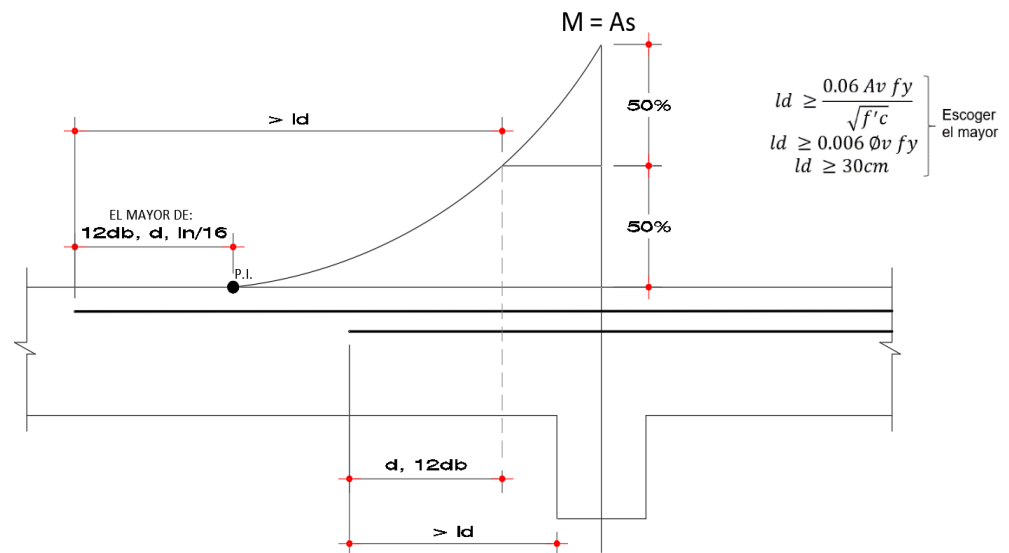


Imagen 3.6 : Cortes de acero para los momentos negativos

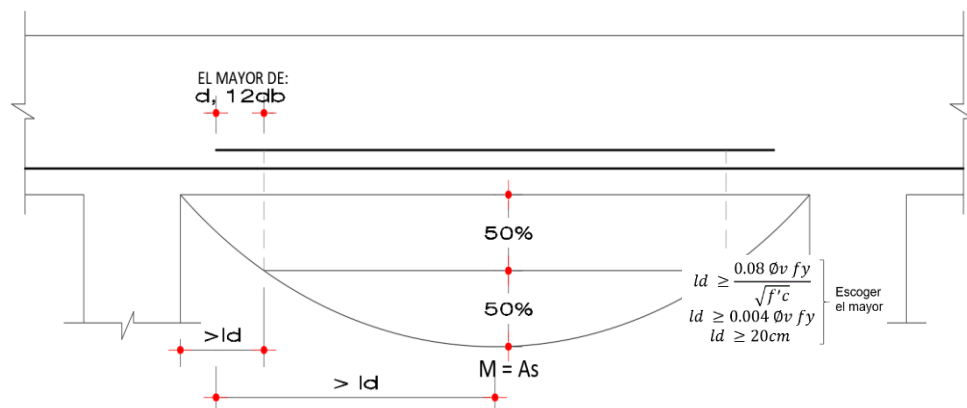


Imagen 3.7 : Cortes de acero para los momentos positivos

### 3.4.8 DISEÑO POR CORTE

Dado que los aligerados no llevan estribos, el concreto deberá tomar todos los esfuerzos que produzcan las fuerzas cortantes. La Norma E.060 permite un incremento del 10% de la resistencia para aligerados y losas nervadas, entonces la resistencia de diseño para aligerados será:

$$\phi V_c = 1.1 \times \phi 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d$$

Se debe comprobar que la resistencia sea mayor que la fuerza cortante última  $V_u$ , obtenida a una distancia “ $d$ ” medida desde la cara de los apoyos, caso contrario se requerirá retirar los ladrillos de los apoyos para formar ensanches, con el fin de aumentar el tamaño de la sección resistente. Con ensanches alternados el ancho de la sección aumenta de 10 a 25 cm, y con ensanches corridos, aumenta a 40 cm. Si se llega al extremo de exceder la resistencia con ensanches de 25 cm, indefectiblemente se deberá incrementar el peralte de la losa o especificar un concreto con mayor resistencia, lo cual no es deseable.

### 3.4.9 REFUERZO POR CONTRACCION Y TEMPERATURA

En su artículo 9.7.2, la Norma E.060 especifica las cuantías mínimas para controlar la fisuración producida por los cambios volumétricos que sufre el concreto.

| Tipo de barra                                                                                                            | $\rho$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Barras lisas                                                                                                             | 0.0025 |
| Barras corrugadas con $f_y < 4,200 \text{ kg/cm}^2$                                                                      | 0.0020 |
| Barras corrugadas o malla de alambre (liso o corrugado) de intersecciones soldadas, con $f_y \geq 4,200 \text{ kg/cm}^2$ | 0.0018 |

Tabla 3.1 : Cuantías mínimas por contracción y temperatura según la Norma E.030.

Asimismo, la Norma E.060 indica que para aligerados el espaciamiento de las barras no debe extenderse más de 5 veces el peralte de la losa, ni más de 40 cm. Cabe señalar que esta cuantía mínima se aplica al área bruta de la sección (bh).

### **3.5 DISEÑO DE ESCALERAS**

Las escaleras son elementos importantes en una edificación las mismas que necesitan ser analizadas con detenimientos, no solamente como estructura aislada en sí, sino como parte de un todo especialmente en el comportamiento sísmico es por eso que se requiere tomar en cuenta los criterios adecuados para que las escaleras se encuentren lo suficientemente aisladas o ubicadas de tal manera que se pueda hacer un análisis con consideraciones las más aproximadas a la realidad.

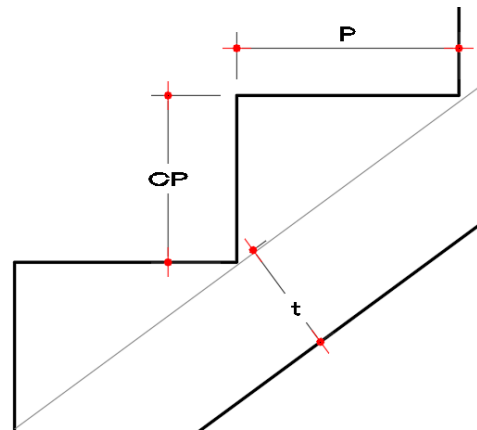
Se tienen escaleras, desde las estructuralmente simples, como son las de un tramo o dos tramos apoyados longitudinalmente y diseñadas como una losa cualquiera con armadura en un solo sentido, escaleras apoyadas transversalmente escaleras con escalones en voladizo o las más sofisticadas como las auto-portantes o helicoidales.

Podríamos mencionar desde un punto de vista constructivo, las escaleras vaciadas en sitio o las pre-fabricadas que puede ser en su totalidad del tramo o por peldaños.

Para el diseño de un sistema de escaleras no cabe la menor duda que deberá iniciarse llevando a cabo el diseño arquitectónico del mismo.

### **3.5.1 DIMENSIONAMIENTO**

- a) Las escaleras contarán con un máximo de diecisiete pasos entre descansos.
- b) La dimensión de los descansos deberá tener un mínimo de 0.90 m de longitud para escaleras lineales; para otro tipo de escaleras se considerará que el ancho del descanso no será menor al del tramo de la escalera.
- c) En cada tramo de escalera, los pasos y los contrapasos deben ser uniformes, debiendo cumplir con la regla de 2 contrapasos + 1 paso, debe tener entre 0.60 m. y 0.64 m., con un mínimo de 0.25 m para los pasos en viviendas, 0.28 m en comercios y 0.30 m en locales de afluencia masiva de público, de salud y educación y un máximo de 0.18 m para los contrapasos, medido entre las proyecciones verticales de dos bordes contiguos.
- d) El ancho establecido para las escaleras se considera entre las paredes de cerramiento que la conforman, o sus límites en caso de tener uno o ambos lados abiertos. La presencia de pasamanos no constituye una reducción del ancho de la escalera.
- e) Las escaleras tendrán un ancho mínimo de 1,20 m
- f) Las escaleras de más de 1.20 m hasta 2.40 m tendrán pasamanos a ambos lados. Las que tengan más de 2,40 m, deberán contar además con unos pasamanos centrales.
- g) Únicamente en las escaleras integradas podrán existir pasos en diagonal siempre que a 0.30 m del inicio del paso, este tenga cuando menos 0.28 m.



$L = \text{Luz (m)}$

$P = \text{Paso}$

$CP = \text{Contra Paso}$

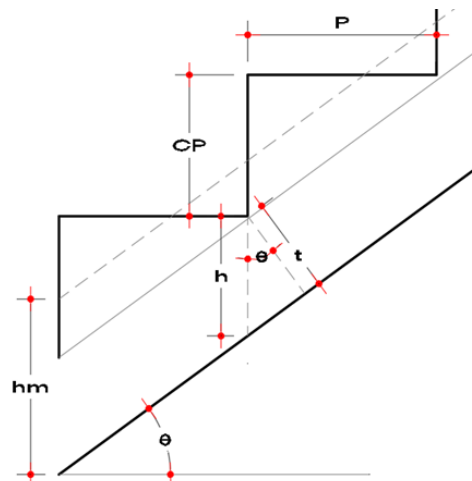
$t = L/25 \sim L/20$

### 3.5.2 METRADO DE CARGA

Para el metrado de carga se considera todas las cargas que siempre estarán presentes a sí mismo como las cargas temporales como puede ser la carga viva.

#### 1. CARGA MUERTA

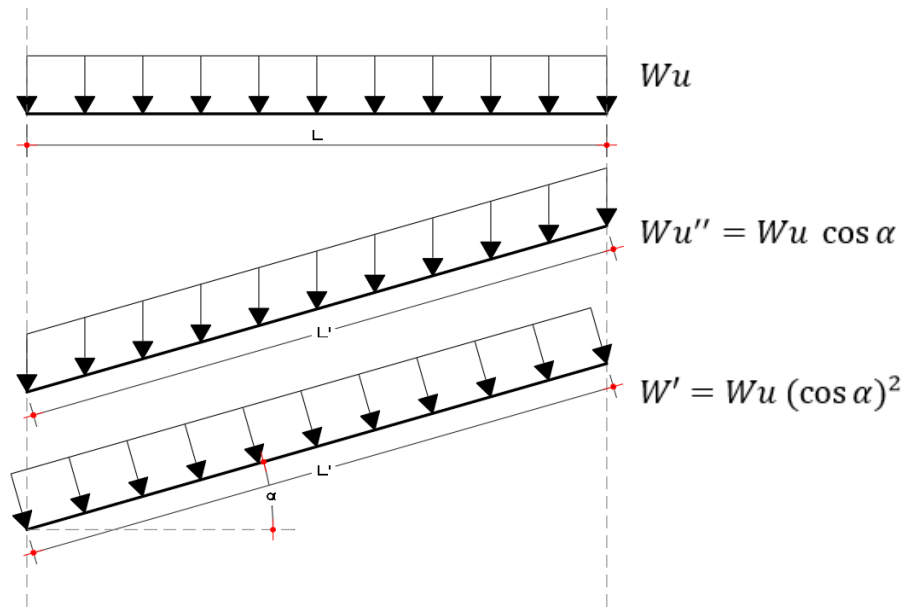
Carga muerta se le denomina al conjunto de fuerzas que actúan de forma permanente, tanto en posición como en magnitud dentro de una estructura a lo largo de su período de vida. Generalmente, la carga muerta está constituida por el peso propio de una estructura. Para el caso de las escaleras se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones para poder realizar el metrado de carga:



$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{P^2 + CP^2}}$$

$$h = \frac{t}{\cos \theta}$$

$$hm = \frac{CP}{2} + h$$



## 2. ACABADOS

En los acabados se tiene en cuenta el peso del tarrajeo, mayólicas, etc. Se usa un aproximado de 100 Kg/m<sup>2</sup>, este puede variar dependiendo al material usando en los acabados el cual a la vez puede ser medrado y variar el valor antes mencionado.

## 3. CARGA VIVA

La carga viva se le conoce también con el nombre de carga de ocupación, esta se basa principalmente en el concepto de su nombre, pues se puede definir como carga viva al conjunto de fuerzas que actúan en un momento dado en una estructura como producto de la ocupación de muebles o usuarios de una edificación,

para el caso específico de sistemas de escaleras se definirá como elementos de carga viva a los usuarios que por ellas transitarán; además esta carga puede llegar a encontrarse de forma parcial o total en una estructura o simplemente no darse.

La carga viva es considerada teniendo en cuenta el ambiente el cual esta presenta en la edificación para posteriormente verificar en la Norma E.020 CARGAS la sobrecarga a considerar en el diseño.

### 3.5.3 ANALISIS ESTRUCTURAL

Cuando se habla de configuración estructural se está hablando acerca de las características estructurales que posee la escalera, es decir se detalla el sistema de apoyos que este posee tanto longitudinalmente como transversalmente, el tipo de estructura que conforma el sistema, es decir escalones en voladizo, losas o placas de concreto armado etc.

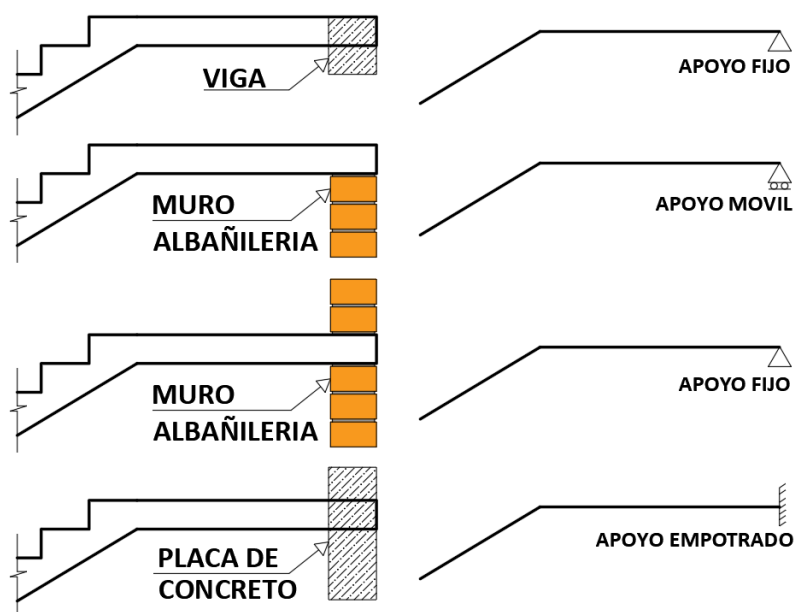


Imagen 3.8 : Tipo de apoyo teniendo en cuenta donde se apoya

Una vez determinada el modelo analítico de la escalera se procede a resolver la estructura usando cualquier método para poder calcular los esfuerzos internos en la estructura (Momento flectores y fuerza cortante).

### 3.5.4 DISEÑO POR FLEXION

Una vez determinada el diagrama de momento flector se procede a calcular el área de acero usando la siguiente expresión que nos permitirá obtener el área de acero para este elemento a flexión se presentan a continuación, los valores de área se determinaran empleando los diagramas de momento flector calculador anteriormente, cabe mencionar que estas ecuaciones se emplean para el diseño de elementos que trabajan a flexión y el sistema de escaleras en un momento dado puede llegar a trabajar como una viga inclinada.

$$A_s = \frac{0.85 * f'_c * b * d}{f_y} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{\phi f * 0.85 * f'_c * b * d^2}} \right)$$

Donde:

Mu = Momento flector máximo. (Kg.cm)

Ø = Factor para estructuras a flexión.

B = Base de la franja unitaria. (cm)

D = Peralte de la franja de losa. (cm)

$f_y$  = Fluencia del acero (Kg/cm<sup>2</sup>)

$f'_c$  = Resistencia nominal a la compresión  
(Kg/cm<sup>2</sup>)

Por otro lado, la Norma E.060 en su artículo 10.5 indica que el acero mínimo será el necesario para que la resistencia de diseño de la sección sea por lo menos 1.2 veces el momento de agrietamiento de la sección bruta ( $\phi M_n \geq 1.2 M_r$ ). Pero no será necesario cumplir con esta disposición si el área de acero en tracción proporcionada es mayor o igual a 1.3 veces el área calculada. Para secciones rectangulares la Norma E.060 brinda la siguiente expresión:

$$A_{s_{min}} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c} b_w d}{f_y}$$

### 3.5.5 DISEÑO POR CORTE

Dado que las escaleras no llevan estribos, el concreto deberá tomar todos los esfuerzos que produzcan las fuerzas cortantes, entonces la resistencia de diseño para la escalera será:

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d$$

Se deberá comprobar que la resistencia sea mayor que la fuerza cortante última  $V_u$ , obtenida a una distancia “ $d$ ” medida desde la cara de los apoyos. Caso contrario se requerirá aumentar el espesor de la escalera, con el fin de aumentar el tamaño de la sección resistente.

## CAPITULO IV

### CAPITULO 4: SISTEMA PROPUESTO PARA EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES

En el presente capítulo se explica el desarrollo de los software propuestos usando el método en cascada, el cual se basa en un enfoque sistémico y secuencial del desarrollo del software que comienza en el análisis, diseño, codificación y la prueba respectiva.



Imagen 4.1 : Secuencia del Método Cascada

#### 4.1 ANALISIS

##### 4.1.1 OBJETIVOS DEL SISTEMA

Aumentar la productividad y obtener un cálculo con resultados 100% confiables en el diseño de losas aligeradas en un sentido y escaleras, los mismos que se podrán ejecutar en la calculadora TI-Nspire CX CAS.

De igual manera esta herramienta trae como ventaja al usuario la posibilidad de obtener la memoria de cálculo de forma ordenada y detallada del cálculo de losas aligeradas en 1 sentido así como de escaleras desde cualquier lugar donde se cuente con una calculadora y/o computadora haciendo más fácil y cómodo, un proceso que como muchos otros implicaba más tiempo.

#### **4.1.2 IDENTIFICACION DE REQUERIMIENTOS**

Teniendo en cuenta que en ingeniería civil existen diferentes elementos estructurales el cual todos sin excepción requieren ser diseñados, y teniendo en cuenta el planteamiento de problema de la presente tesis se tomó en cuenta la realización de dos programas (DOVASLO y DOVASESC) para el diseño de losas aligeradas en un sentido y escaleras cada uno independiente de otro.

Los programas realizados en esta investigación se caracterizan principalmente por el ingreso de datos de manera sencilla, la sincronización automática entre los resultados del análisis estructural y el diseño de concreto armado.

Todo esto gracias a la facilidad de poder usar dos lenguajes de programación en un mismo dispositivo, el cual usamos el lenguaje TI-Basic para poder realizar los cálculos de una manera más rápida y con el lenguaje de programación LUA pudimos reflejar los resultados numéricos a graficas fáciles de interpretar por el usuario.

##### **4.1.2.1 DESCRIPCION DOVASLO (Losas Aligeradas un sentido)**

Este programa nos permitirá diseñar todo tipo de losas aligeradas en un solo sentido, teniendo en cuenta la metodología de alternancia de cargas y dándonos como resultado final una memoria de cálculo muy detallada de los cálculos en el análisis estructural y concreto armado, lo cual no se encuentra en ningún software existente en el mercado.

#### **4.1.2.2 DESCRIPCION DOVASESC (Escaleras)**

Este programa nos permitirá diseñar un tipo de escalera típico dándonos una memoria de cálculo muy detallada de los cálculos en el análisis estructural y concreto armado, lo cual no se encuentra en ningún software existente en el mercado.

#### **4.1.3 DESCRIPCION DE LOS MODULOS**

En este punto se revisan los requisitos funcionales para los módulos Ingreso de Datos, Cálculos y Visualización de Resultados, respectivamente. Los módulos antes mencionados serán los mismos para ambos programas propuestos (DOVASLO y DOVASESC) en la investigación presente.

##### **4.1.3.1 MODULO DE INGRESO DE DATOS**

En el módulo para la captura de solicitudes de datos el usuario ingresará los datos necesarios para que el programa pueda realizar los cálculos necesarios para el diseño, para lo cual tendrá una interfaz de ingreso de datos que estara disponible en la calculadora TI-Nspire CX CAS, ya que se aprovechara la portabilidad de la calculadora. Así mismo los usuarios serán los encargados y responsables de que los datos ingresados sean reales para la estructura a ser calculada.

##### **4.1.3.2 MODULO DE CALCULOS**

El modulo para la ejecución de cálculos se usará el lenguaje de programación TI-Basic para los cálculos matemáticos y matriciales. También se hará uso del lenguaje de programación

LUA para los la interfaz gráfica de la visualización de los resultados.

#### **4.1.3.3 MODULO DE VISUALIZACION DE RESULTADOS**

En el módulo para la visualización de resultados mostrara los resultados de manera esquematizada mediante un menú para acceder y ver los resultados los cuales serán legibles en la pantalla de la calculadora. El sistema nos mostrara la memoria de cálculo de manera ordenada y detallada, el cual podrá ser visto en la computadora ya que en la pantalla de la calculadora sería muy tedioso poder visualizar toda la información de la memoria de cálculo.

#### **4.1.4 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES**

Los requerimientos para ambos programas se detallara a continuación teniendo en cuenta el uso de cada uno para poder tener los resultados esperados.

##### **4.1.4.1 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA DOVASLO**

MODULOS DE INGRESO DE DATOS: Este módulo permitirá el ingreso intuitivo de datos simples de poder obtenerlo de los planos.

##### MODULOS DE CALCULOS

- Generación de alternancias de cargas y envolvente de manera automática.
- Sincronización de resultados del análisis estructural en el diseño de concreto armado.

- Elección de diámetros de acero para el dibujo del plano final de la estructura.

MODULOS DE VISUALIZACION DE DATOS: Este módulo no podrá elaborar de forma detallada de la memoria de cálculo.

#### **4.1.4.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES PARA DOVASESC**

MODULOS DE INGRESO DE DATOS: Este módulo permitirá ingreso intuitivo de datos simples de poder obtenerlo de los planos.

##### MODULOS DE CALCULOS

- Sincronización de resultados del análisis estructural en el diseño de concreto armado.
- Elección de diámetros de acero para el dibujo del plano final de la estructura.

MODULOS DE VISUALIZACION DE DATOS: Este módulo no podrá elaborar de forma detallada de la memoria de cálculo.

#### **4.1.5 REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES.**

El sistema para el cálculo de losas aligerados en 1 sentido y escalera está basado en el uso tanto en el Software TI-Nspire™ CX CAS proporcionado por la empresa Texas Instrumets y la calculadora TI-Nspire CX CAS, las características varían para cada uno de los elementos mencionados.

El sistema busca además de ofrecer el servicio para lo que fue diseñado, cumplir con muchos de los requisitos propios de esta sección.

1. Requisitos de sistema para la instalación del Software TI-Nspire™ CX CAS:

**1.1. Requisitos de sistema en Windows®:** Windows OS

Windows® 7 SP1 (o superior), compatible con sistemas operativos de 32 bits y 64 bits, Procesador Intel Core i3 o superior (excepto Intel Atom).

**1.2. Requisitos del sistema Mac®:** Mac® OS X 10.11, 10.12 (o superior), Cualquier procesador Mac 2008 o más reciente.

**1.3. Requisitos de Hardware para la TI-Nspire™ CX**

**CAS:** Pantalla a colores, iluminación de fondo, dimensión de la pantalla: 320 x 240 píxeles (3,2 pulgadas en diagonal), resolución de pantalla: 125 DPI; color de 16 bits.

2. Los usuarios deberán poseer una calculadora TI-Nspire CX CAS para poder hacer uso del programa.
3. El uso de la calculadora y el Software TI-Nspire™ CX CAS en la computadora será en conjunto para una mejor experiencia de usuario.
4. Impresión manual de hoja por hoja de la memoria de cálculo.

#### 4.1.6 PLAN DE EJECUCION

El desarrollo de los programas tendrá el siguiente cronograma en el que se indica que porcentaje de avance representa cada uno de las etapas del método en cascada.

| Fases                        | Descripción                                                                           | Fecha de Inicio | Fecha de Fin | % de avance |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-------------|
| ANALISIS                     | se analizan las necesidades de los usuarios finales del software                      | 01 - Enero      | 31 - Enero   | 20%         |
| DISEÑO                       | se realizan los algoritmos necesarios para el cumplimiento de los requerimientos      | 01 - Febrero    | 28 - Febrero | 20%         |
| CODIFICACION                 | se implementa el código fuente                                                        | 01 - Marzo      | 30 - Abril   | 40%         |
| PRUEBAS                      | Los elementos, ya programados, se ensamblan y se comprueba que funciona correctamente | 01 - Mayo       | 15 - Mayo    | 10%         |
| IMPLANTACION Y MANTENIMIENTO | El usuario final ejecuta el sistema.                                                  | 16 - Mayo       | 30 - Mayo    | 10%         |

**Cuadro 4.1 : Cronograma de Ejecución del software**

#### 4.2 DISEÑO

El diseño es el paso anterior para generar código de los módulos de los Sistemas propuestos y se desarrolla procedimientos de operación y seguridad con el objetivo de asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

Para conseguir dicho objetivo, este proceso explica las tecnologías que se utilizarán para la construcción del sistema y los patrones de programación que aseguran el éxito del correcto funcionamiento del mismo.

## **4.2.1 DISEÑO DE ARQUITECTURA**

### **4.2.1.1 TECNOLOGIAS USADAS**

En este punto se discutirá que tecnologías existen para interactuar con la calculadora TI-Nspire CX CAS y cuál de estas trae un mejor beneficio al desarrollo de la presente investigación, teniendo como lineamientos para su elección los siguientes factores:

- Existencias de componentes o librerías que interactúen con la calculadora TI-Nspire CX CAS y que tengan un grado de madurez aceptable, es decir, que las funcionalidades ofrecidas en la medida de lo posible hayan sido utilizadas y probadas para asegurar el buen funcionamiento de las mismas. Se tendrá preferencia al componente o librería que tenga una serie de funcionalidades implementadas que permitan operaciones con matrices, solución de ecuaciones de  $n$  grados, solución de integrales y derivadas, así mismo comandos disponibles que permitan la visualización de forma intuitiva de los resultados.
- Tiempo de desarrollo, ya que la implementación del producto de tesis tiene una duración de 5 meses, por ende este factor es un punto a tomar en cuenta.

Teniendo estos dos factores planteados, se analizará el posible uso de tecnologías TI-Basic y LUA para el desarrollo de la tesis.

Se debe tener en cuenta que la tecnología elegida para el desarrollo de esta tesis no significa que una tecnología sea mejor que la otra, sino que bajo el contexto planteado la mejor alternativa fue elegida.

#### **4.2.1.2 LENGUAJES DE PROGRAMACION**

La calculadora TI-Nspire CX CAS nos da la posibilidad de poder programar en TI-BASIC y LUA ya sea cada lenguaje independientemente o fusionar ambos lenguajes de programación, en esta investigación se integró ambos lenguajes de programación para así poder tener los resultados esperados para los programas, tanto en el aspecto de cálculos y en la visualización de los resultados.

Ambos lenguajes de programación tienen su interfaz de desarrollo en el Software TI-Nspire™ CX CAS, no siendo necesario de ningún otro software adicional para poder desarrollar los códigos de programación.

#### **TI-BASIC**

Se optó por usar TI-Basic por su simplicidad en el desarrollo de operaciones matemáticas y matriciales, ya que tiene incorporados los comandos propios en la calculadora para poder resolver ecuaciones de  $n$  grados, resolución de derivadas e integrales, y de esta manera agilizando el tiempo de programación para los cálculos mencionados.

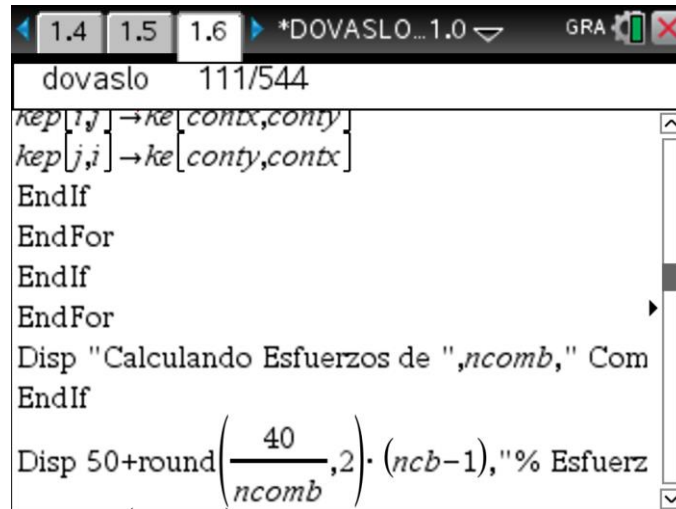


Imagen 4.2 : Ejemplo usando lenguaje TI-Basic

## LUA

El lenguaje de programación LUA nos da la opción de poder realizar de forma muy sencilla y a la vez versátil para la presentación de los resultados de forma muy gráfica el cual facilita la lectura y la presentación de las mismas.

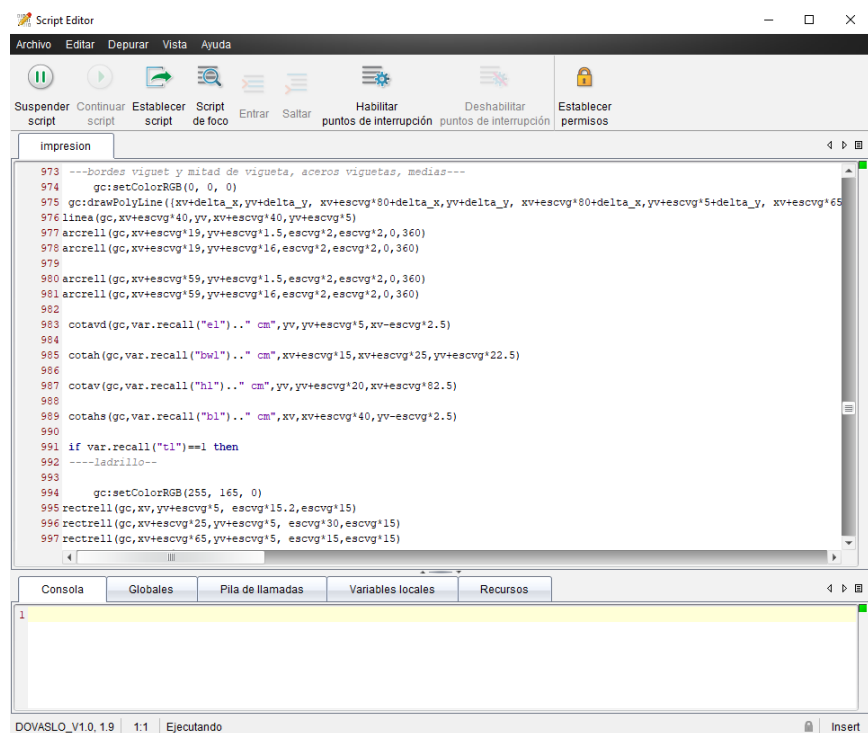


Imagen 4.3 : Ejemplo usando lenguaje LUA

## 4.2.2 DISEÑO DE PROCESOS

### 4.2.2.1 REPRESENTACION DEL ALGORITMO

Para la realización de los programas **DOVASLO** y **DOVASESC** se siguió una secuencia de algoritmos el cual nos permitieron tener como resultado un software ordenado, intuitivo y eficaz.

Para dicho desarrollo se siguió las siguientes etapas que son comunes en ambos programas:

#### 1. INGRESO DE PROPIEDADES DE ELEMENTO

ESTRUCTURAL : Se ingresan las propiedades físicas, mecánicas y geométricas el cual describen el proyecto que se desea desarrollar.

#### 2. EJECUCION DEL PROGRAMA : En esta

etapa se desarrolla todos los cálculos necesarios (ANALISIS ESTRUCTURAL Y CONCRETO ARMADO) teniendo en cuenta los datos ingresados. Estos cálculos se desarrollan en segundo plano el cual no será visible para el usuario.

#### 3. VISUALIZACION DE DATOS DETALLADOS :

Se muestra los resultados en forma detalla mediante un menú desplegable en donde el usuario podrá observar los resultados de tal forma que encajen en la pantalla de la calculadora.

#### 4. INGRESO DE DIAMETROS A USAR : El

usuario deberá ingresar los diámetros a usar el cual cumpla con lo requerido en los cálculos.

## 5. IMPRESIÓN DE MEMORIA DE CALCULO :

Esta etapa se podrá observar solo en la computadora ya que es son demasiados datos en la pantalla de la calculadora.

A continuación se muestra de manera gráfica el proceso antes mencionado para cada programa propuesto en esta tesis DOVASESC Y DOVASLO respectivamente.

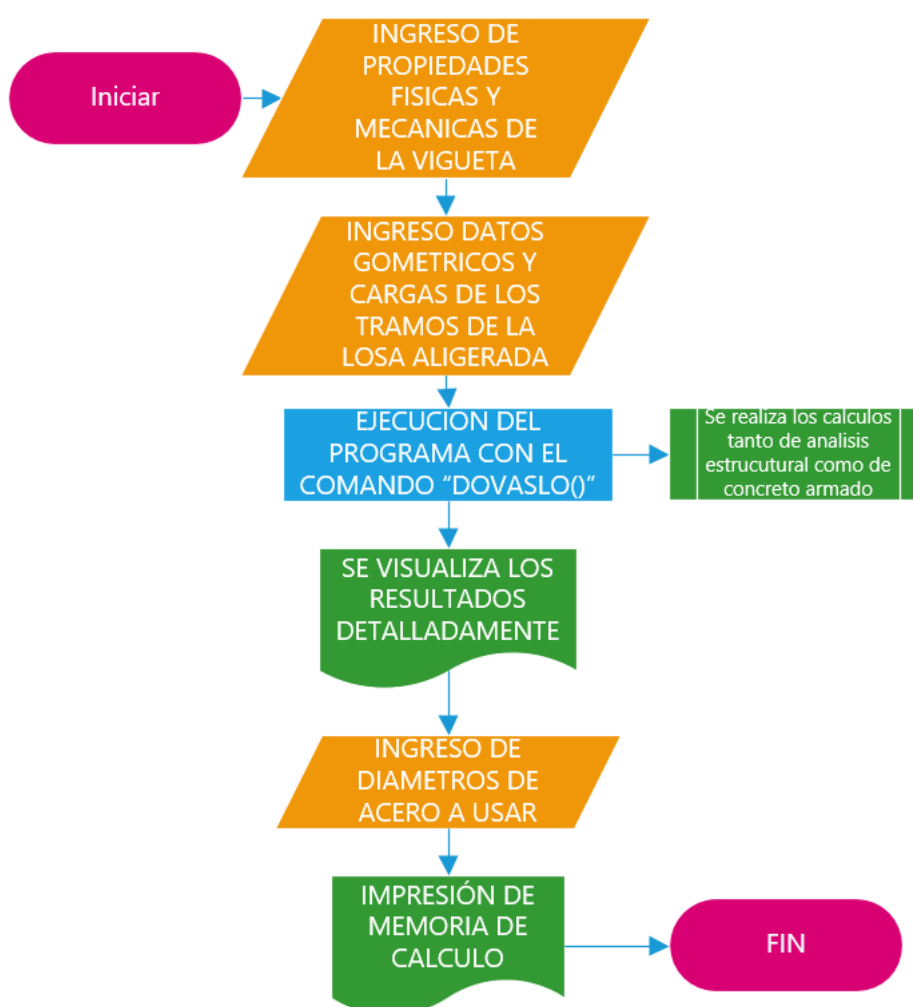


Imagen 4.4 : Flujo de programación de DOVASESC



Imagen 4.5 : Flujo de programación de DOVASLO

#### 4.2.3 DISEÑO DE BASE DE DATOS

Los programas propuestos en la presente investigación no hacen el uso de una base de datos porque no es necesario un registro o almacenamiento de datos para un posterior cálculo, ya que estas se realizan de manera directa con los datos ingresados en el momento que se hace uso los programas.

#### 4.2.4 DISEÑO DE INTERFACES DE LOS PROGRAMAS

Cada programa creado tanto **DOVASLO** (Diseño de losa aligerada) como **DOVASESC** (Diseño de Escaleras) contara con tres etapas: ingreso de datos, visualización de resultados, memoria de cálculo.

Cada etapa tendrá un interfaz distinto para el ingreso de datos y para la visualización de resultados tanto parcialmente como el producto final que vendría a ser la memoria de cálculo.

#### 4.2.4.1 INTERFAZ DOVASLO

##### i. INGRESO DE DATOS

1. **Pantalla 1.1** : En la primera pantalla ingresaremos los datos geométricos (dimensiones) y mecánicos de la vigueta en sí, tal como se muestra a continuación:

**1.1** 1.2 1.3 \*DOVASLO... 1.0 GRA

**Ladrillo a usar:**  
Dim= 15x30x30  
Peso= 8.20 Kg

**DATOS DE LA VIGUETA**

40 (cm) **1** CU = 1.4 Cm + 1.7 Cv

5 (cm)

**2** **Arcilla** **Tipo Lad.** 10 (cm) **3/8"** **3** **Asumir Ø**

d (peralte)= 17.53 cm

20 (cm)

**7** LADRILLO DE ARCILLA

f<sub>c</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)= 210 **4** φ Cort= 0.85 **5** φ Flex= 0.9 **6** Tab.+Cielo raso (kg/m<sup>2</sup>)= 200

f<sub>y</sub> (kg/cm<sup>2</sup>)= 4100 Base Viga (m)= 0.25

Interfaz de la pantalla 1.1

1. CU : Coeficientes de amplificación de Carga Muerta (CM) y Carga Viva (CV).
2. Tipo Lad. : Lista desplegable para la elección del material del ladrillo ya sea de arcilla o polietileno.

3. Asumir  $\emptyset$  : Se asume un diámetro inicial con la finalidad de poder definir un peralte y poder realizar los cálculos iniciales ya que posteriormente se definirán los diámetros finales.
  4.  $f'c$  y  $f_y$ : Se indicará la resistencia del concreto ( $f'c$ ) a usar y la fluencia del acero ( $f_y$ ) respectivamente.
  5.  $\Phi_{cort}$  y  $\Phi_{flex}$ : Los coeficientes de reducción para los diseños tanto en corte y flexión.
  6. Tab+Cielo raso y Base Viga : Son datos generales para todo el problema se asumirá un sobrecarga muerta en todos lo paño que incluirán la Tabiquería móvil y el peso del cielo raso, así mismo como la base de Viga donde se apoyara las viguetas.
  7. Datos Geométricos de la vigueta : Dimensiones de la viga en T (Vigueta).
2. **Pantalla 1.2** : Cabe resaltar que para poder ingresar las dimensiones de las luces de las viguetas y así poder formar la idealización matemática de la losa aligerada como una viga apoyada, se tendrá que ingresar solo las coordenadas en X de los apoyos ya que se sobre entiende que los valores en Y serán los mismo por

ende el programa internamente asumirá el valor de Y en todos los nudos igual a cero.

|   | A nudo | B xn | C rest | D fx | E fy | F m |
|---|--------|------|--------|------|------|-----|
| = |        | ①    | ②      | ③    | ④    | ⑤   |
| 1 |        |      |        |      |      |     |
| 2 |        |      |        |      |      |     |
| 3 |        |      |        |      |      |     |
| 4 |        |      |        |      |      |     |
| 5 |        |      |        |      |      |     |
| 6 |        |      |        |      |      |     |

Interfaz de la pantalla 1.2

1. xn : Coordenadas en el eje X de los apoyos, unidad en metros (m).
2. rest : Tipo de restricción que tendrá ese nudo, el cual tendrán los siguientes valores según el tipo:

Sin apoyo (Libre) = 0

Apoyo Móvil = 1



Apoyo Fijo = 2



Apoyo Empotrado = 3



3. fx : El valor de la fuerza en el sentido X, será positivo si apunta hacia la derecha y negativo si apunta a la izquierda, unidad en toneladas (kg).
4. fy : El valor de la fuerza en el sentido Y, será positivo si apunta hacia arriba y negativo si apunta hacia abajo, unidad en toneladas (kg).

5. m : El valor del momento aplicado en el nudo, positivo si esta en sentido anti horario y negativo en el sentido horario, unidad en toneladas por metro (kg.m).

3. **Pantalla 1.3** : Las barras que serán parte de la idealización de las vigas se definirán indicando el nudo inicial y el nudo final.

|   | A barra | B ni | C nf | D wy_i | E wi_cm | F wf_cm |
|---|---------|------|------|--------|---------|---------|
| = |         | ①    | ②    | ③      | ④       | ⑤       |
| 1 |         |      |      |        |         |         |
| 2 |         |      |      |        |         |         |
| 3 |         |      |      |        |         |         |
| 4 |         |      |      |        |         |         |
| 5 |         |      |      |        |         |         |
| 6 |         |      |      |        |         |         |

**Interfaz de la pantalla 1.3**

1. ni : Numero de nudo inicial de donde parte la barra a definir.
2. nf : Numero de nudo final a donde llegara la barra a definir.
3. wy\_i : El valor de la sobre carga (Carga Viva) en ese tramo, ingresar en kn/m<sup>2</sup> ya el programa se encargara de convertirlo internamente a kg/m.

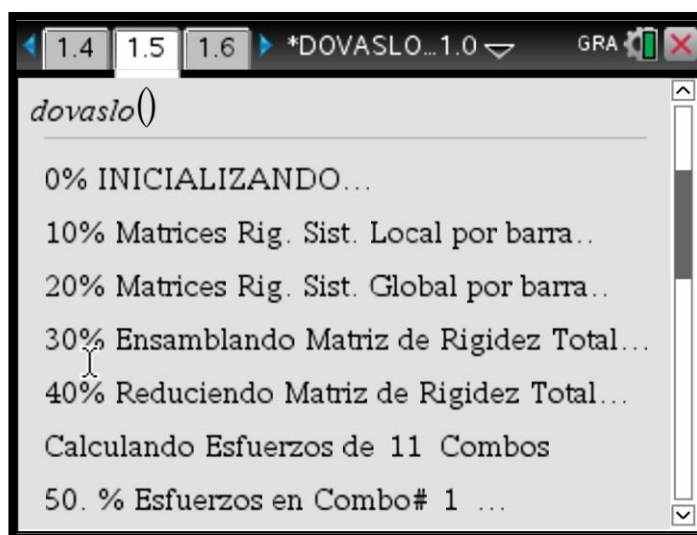
4. **wi\_cm:** El valor de una sobre carga muerta adicional en el nudo inicial de ese tramo, ingresar en kg/m.
  5. **wf\_cm:** El valor de una sobre carga muerta adicional en el nudo final de ese tramo, ingresar en kg/m.
4. **Pantalla 1.4:** Se definirán las vigas el cual se tomaran en cuenta al momento de las alternancias de cargas, por ejemplo un salón está compuesto por dos tramos pero al momento de las alternancias de cargas se tomara esos dos tramos como uno solo.

|   | A vig | B ni_v | C nf_v | D | E |
|---|-------|--------|--------|---|---|
| = |       | 1      | 2      |   |   |
| 1 |       |        |        |   |   |
| 2 |       |        |        |   |   |
| 3 |       |        |        |   |   |
| 4 |       |        |        |   |   |
| 5 |       |        |        |   |   |

Interfaz de la pantalla 1.3

1. **ni\_v :** Numero de nudo inicial de donde parte la viga a definir.

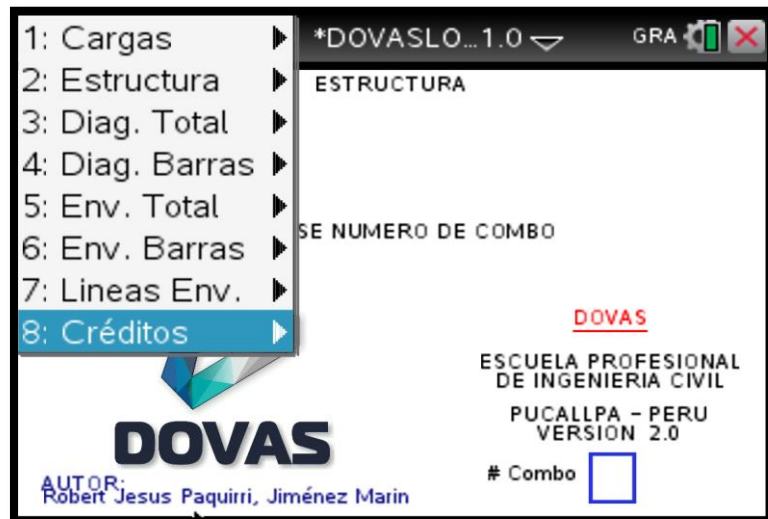
2. **nf\_v** : Numero de nudo final a donde llegara la viga a definir.
5. **Pantalla 1.5** : Una vez ingresado los datos necesarios para los cálculos respectivos y las alternancias de cargas ya configuradas internamente para lo cual se procede a ejecutar el comando **dovasio()**, el cual desarrollara el código creado en Ti-Basic.



Interfaz de la pantalla 1.5

## ii. VISUALIZACION DE RESULTADOS

6. **Pantalla 1.6** : En esta pantalla por medio del lenguaje de programación LUA realizaremos toda la parte gráfica y de esta manera visualizar los resultados del análisis estructural. Presionando la tecla MENU en la calculadora se desplegara las opciones tal como se muestra en la siguiente imagen:



Interfaz de la pantalla 1.6

1. Cargas: Se muestra el metrado de cargas tanto vivas y muertas, y dando como resultado final el valor de la carga distribuida linealmente en cada vigueta.

**METRADO DE CARGAS**

**1.0. CARGA MUERTA**  
 Peso Propio  
 - LOSA :  $0.75\text{m} \times 0.05\text{m} \times 1.00\text{m} \times 2400 \text{ Kg/m}^3 = 90 \text{ Kg/m}^2$   
 - VIGUETA :  $2.5 \times (0.1 \times 0.2) \times 1.00\text{m} \times 2400 \text{ Kg/m}^3 = 120 \text{ Kg/m}^2$   
 - LADRILLO :  $8.33 \text{ tad/m}^2 \times 8.2 \text{ Kg/tad} = 68.31 \text{ Kg/m}^2$   
 = 278.31 Kg/m<sup>2</sup>  
 Tabiqueria + Cielo Raso + Piso = 200 Kg/m<sup>2</sup>  
 D (Carga muerta) = 478.31 Kg/m<sup>2</sup> de losa

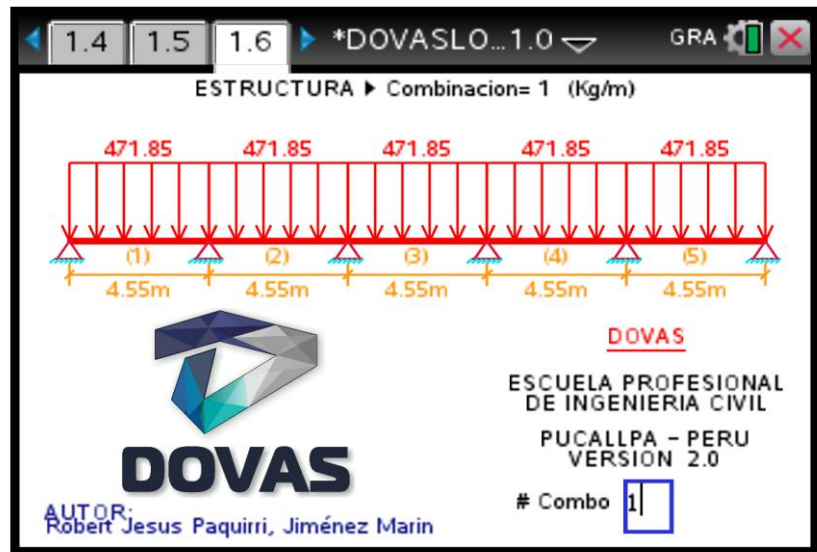
Sobre carga de diseño (Wdu)  
 $Wdu = 1.4 \times 478.31 = 669.634 \text{ Kg/m}^2$   
 Carga por vigueta  

$$\frac{Wdu = 669.634}{2.5} = 267.85 \text{ Kg/ml}$$

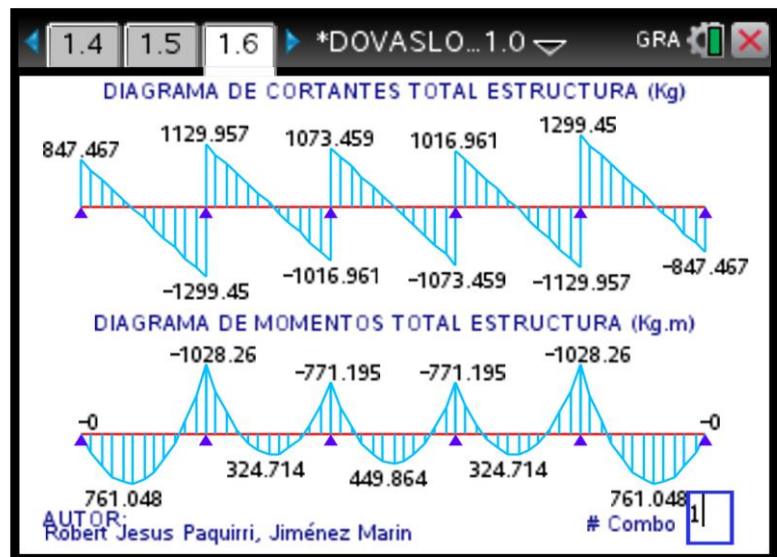
**2.0. CARGA VIVA**  
 $Wluv 1 = 1.7 \times 300 / 2.5 = 204. \text{ Kg/ml}$   
 $Wluv 2 = 1.7 \times 300 / 2.5 = 204. \text{ Kg/ml}$   
 $Wluv 3 = 1.7 \times 300 / 2.5 = 204. \text{ Kg/ml}$   
 $Wluv 4 = 1.7 \times 300 / 2.5 = 204. \text{ Kg/ml}$   
 $Wluv 5 = 1.7 \times 300 / 2.5 = 204. \text{ Kg/ml}$

$$\frac{Wluv = 1.4 \times Wl}{2.5} \text{ (Por cada Tramo)}$$

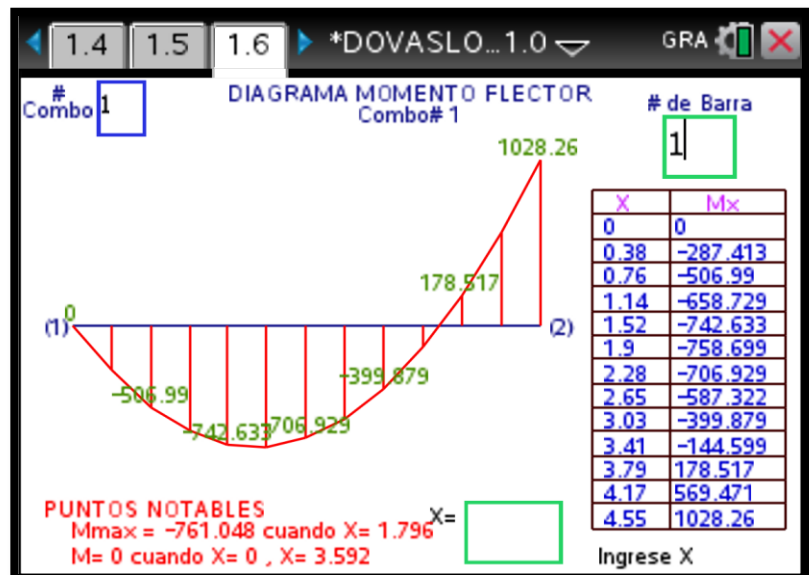
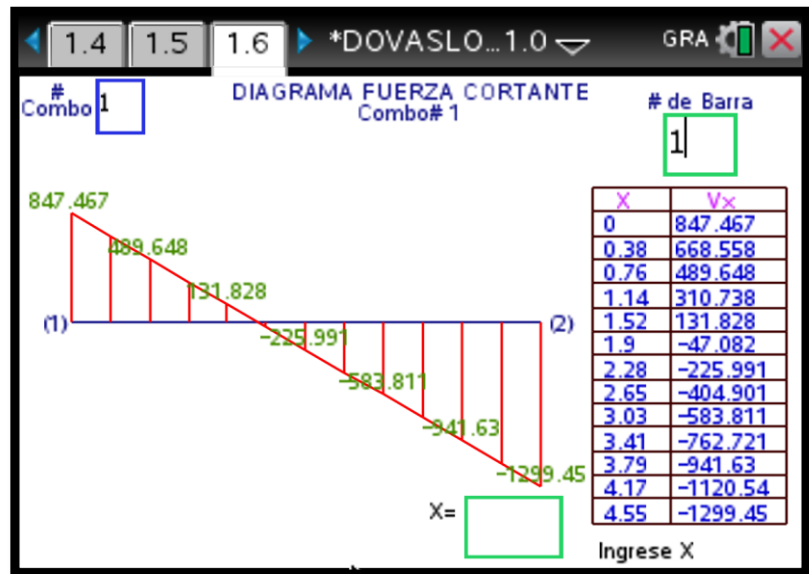
2. Estructura: Se muestra la estructura con las cargas aplicadas en todas sus alternancias generadas con el programa, para visualizar el combo se debe ingresar número en el cuadro #Combo.



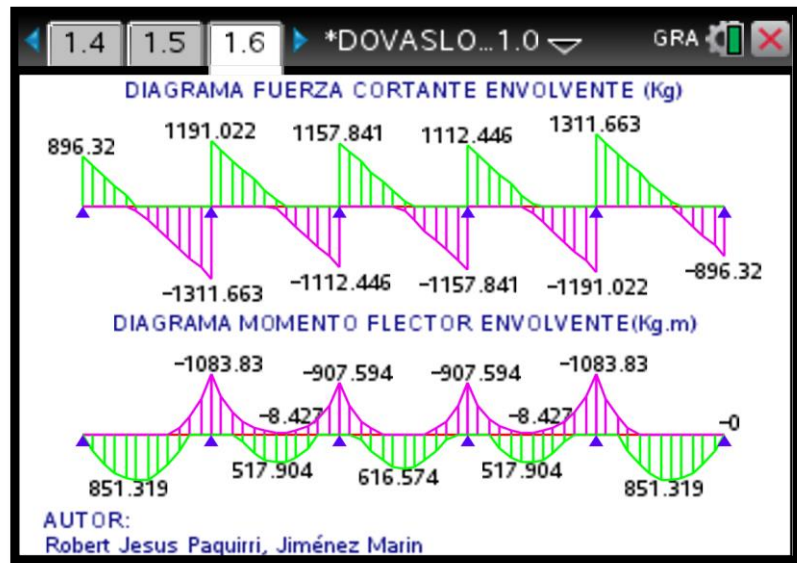
3. Diag. Total: Se muestra los diagramas de momento flector y fuerza cortante de la estructura completa, con sus valores en extremos de barras y máximo en tramo de la barra.



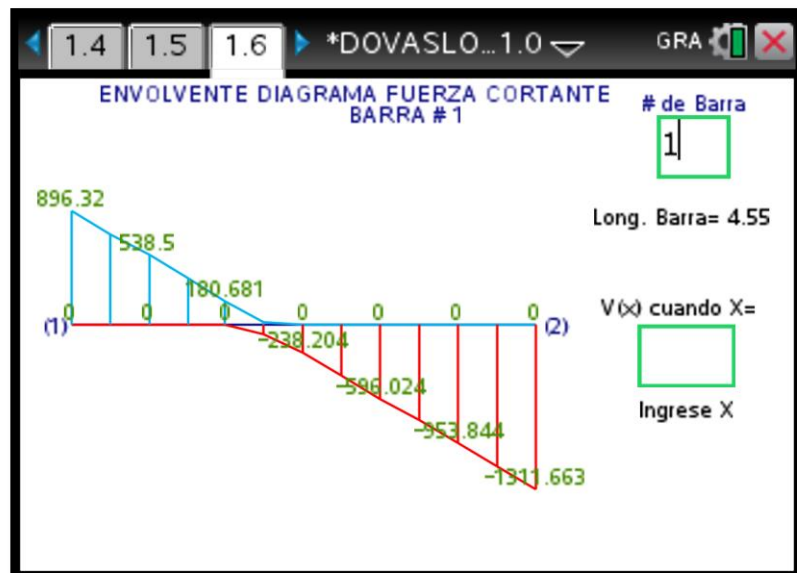
4. Diag. Barras: Se muestra de manera más detallada los diagramas de momento flector y fuerza cortante de cada barra en el combo que se le indique.

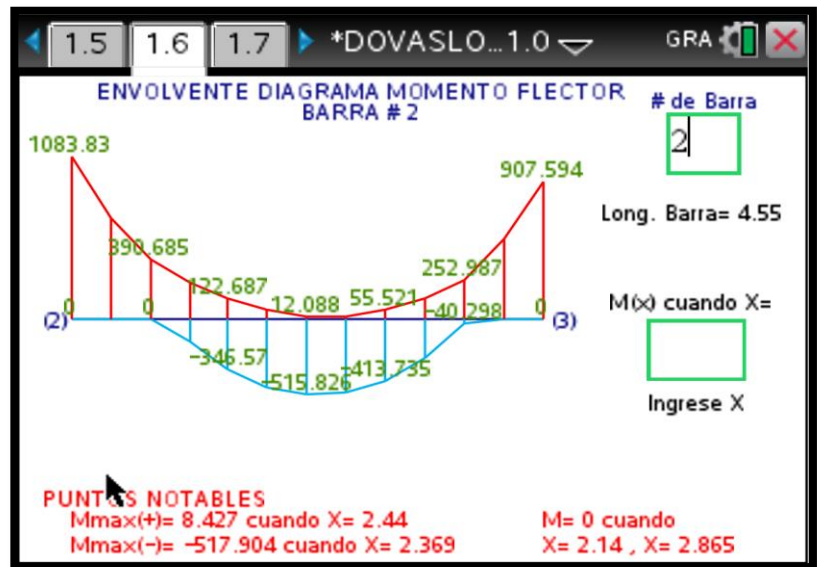


5. Env. Total: Se muestra los diagramas de envolvente de momento flector y fuerza cortante de la estructura completa, con sus valores en extremos de barras y máximo en tramo de la barra.

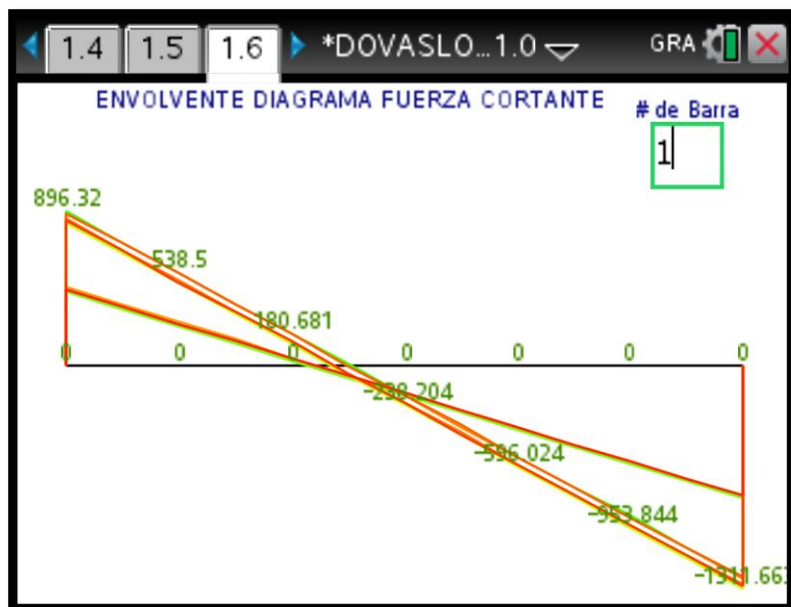


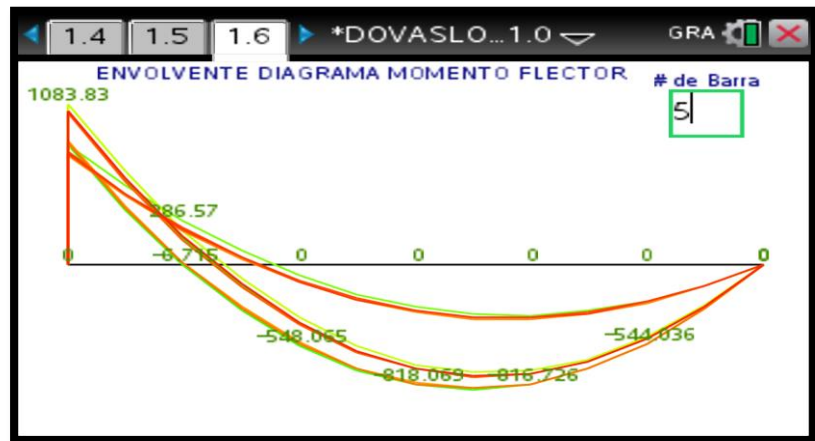
6. Env. Barras: Se muestra de manera más detallada los diagramas de envolvente de momento flector y fuerza cortante de cada barra que se le indique. Pudiendo también el valor tanto de momento o cortante con solo indicar la distancia a evaluar.





7. Líneas Env.: Se puede ver de qué manera se llega a obtener el diagrama de envolventes mediante la superposición de los diagramas de cada alternancia realizadas.

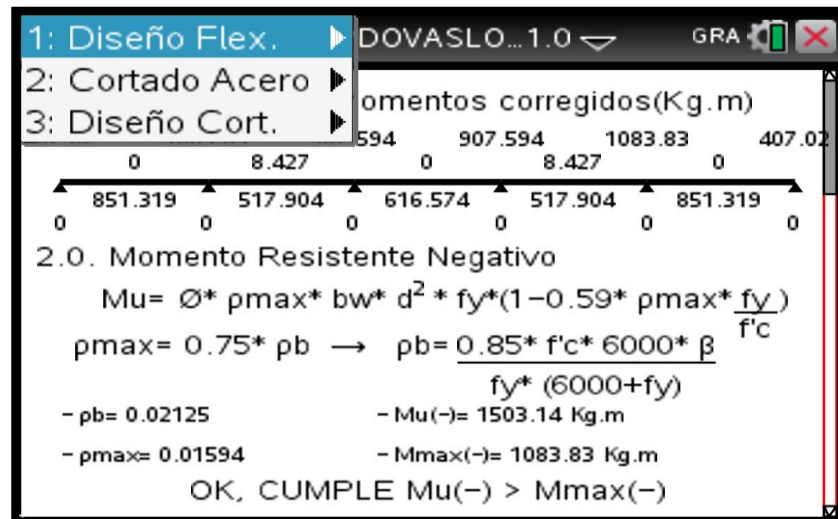




8. Créditos : Información básica del autor del programa.

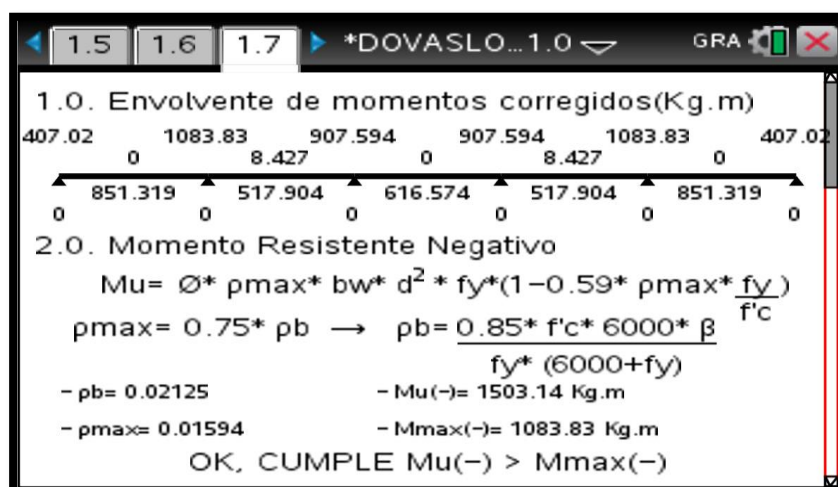


7. **Pantalla 1.7** : En esta pantalla se detallara todo el cálculo de concreto armado usando los resultados obtenidos del análisis estructural. Presionando la tecla MENU en la calculadora se desplegara las opciones tal como se muestra en la siguiente imagen:

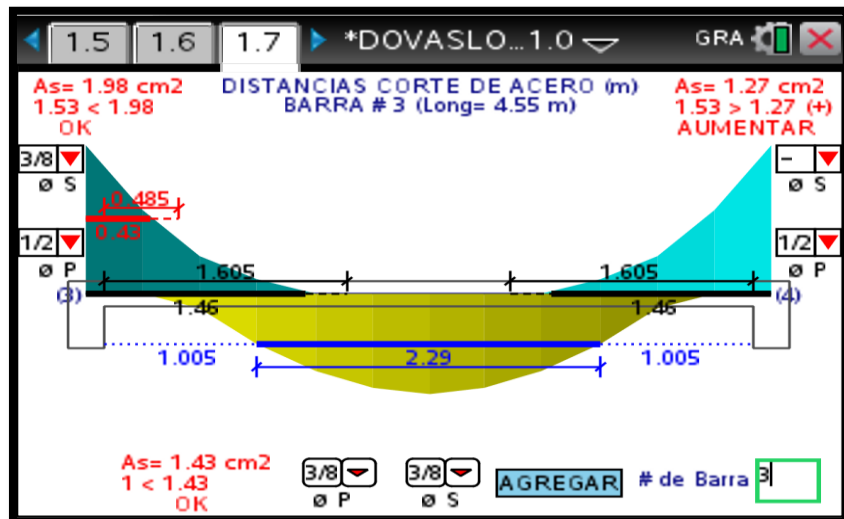


Interfaz de la pantalla 1.7

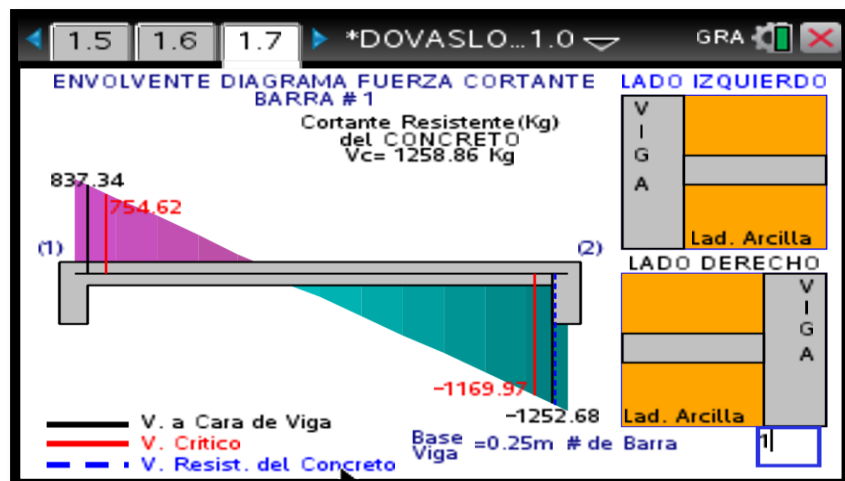
1. Diseño Flex. : Se muestra el procedimiento detallado para lograr obtener el área de acero en los q



2. Cortado acero : Con los diagramas de envolventes de momento flector se calcula las longitudes del cortado de acero, así mismo en esta pantalla se definirá los diámetros de acero a usar.

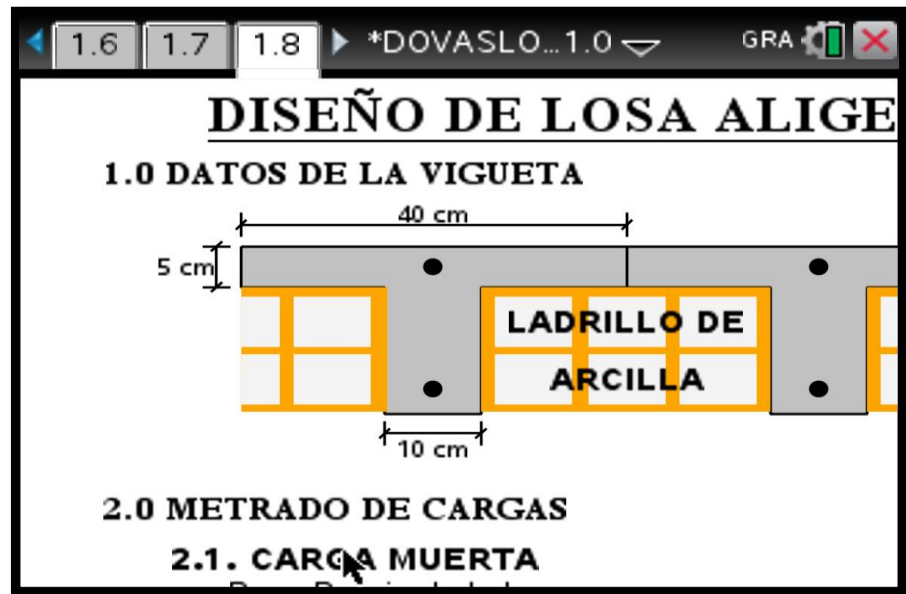


3. Diseño Cort. : con el diagrama de envolventes de cortante se hará las verificaciones de resistencia a las cortantes que actúan en las viguetas y así determinar si será necesario realizar un ensanchamiento de vigueta.



### iii. MEMORIA DE CALCULO

8. **Pantalla 1.8** : El resultado final de todos los procesos mencionados se compilara en una memoria de cálculo para su posterior impresión, esta pantalla solo se podrá ver en la computadora.



Interfaz de la pantalla 1.8

#### 4.2.4.2 INTERFAZ DOVAESC

A diferencia de DOVASLO este programa fue desarrollado casi en su totalidad en el lenguaje de programación LUA por que se aprovechara el menú desplegable que se muestra en la imagen:



Interfaz de la pantalla 1.1

## i. INGRESO DE DATOS

1. **CALCULAR** : Esta opción no nos mostrara una pantalla diferente a la que estemos abriendo ese momentos, cuando se haga el uso de esta opción se ejecutara los cálculos para lograr el diseño respectivo de la escalera con los datos ingresados previamente.
2. **INGRESO DE DATOS** : En esta pantalla nos permitirá ingresar los datos necesarios de una manera intuitiva acompañados de unos gráficos el cual nos facilitaran que es cada dato.

1.1 \*DOVASES... 1.0 GRA

### INGRESO DE DATOS - ESCALERA

#### 1.0 DATOS BASICOS

$f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>    S/C = 400 Kg/m<sup>2</sup>    Paso = 0.3 m  
 $f_y = 4200$  Kg/cm<sup>2</sup>    Acab. 100 Kg/m<sup>2</sup>    C. Paso 0.17 m  
 #Pasos T-1: 8    #Pasos T-2: 10    Ancho Esc. 1.2 m  
 Long. Descanso 1 m

VISTA ELEVACION

VISTA PLANTA

| Descanso | Long. Desc. |
|----------|-------------|
| 1        | #P1         |
| 2        | ...         |
| 3        | ...         |
| 4        | 3           |
| ...      | 2           |
| ...      | 1           |
| #P2      | Ancho Esc.  |

#### 2.0 PRE-DIMENSIONAMIENTO

$t = \frac{L}{20} \text{ ó } \frac{L}{25} = 0.15 \text{ ó } 0.12 \text{ m}$   
 $\cos \theta = \frac{P}{(P^2 + CP^2)^{0.5}} = 0.87$   
 $h = \frac{t}{\cos \theta} = 0.17 \text{ m}$      $hm = h + CP/2 = 0.26 \text{ m}$

USAR "t" 0.15 m

Los datos serán parámetros fáciles de ingresar, que son los siguientes:

- a)  $f'_c$  : Resistencia del concreto
- b)  $f_y$  : Fluencia del acero
- c) S/C : Sobre carga aplicada a la escalera (Carga viva)
- d) Acab : Peso por metro cuadro a considerar por efectos del acabado.
- e) Paso : Longitud del paso
- f) C. Paso : Longitud del Contra paso
- g) #Pasos T-1 : Numero de pasos del primer tramo.
- h) #Pasos T-2 : Numero de pasos del segundo tramo
- i) Ancho Es. : Ancho de la escalera
- j) Long. Descanso : Longitud del descanso en la escalera.

## ii. VISUALIZACION DE DATOS

3. **METRADO DE CARGAS** : Se desarrolla paso a paso el metrado de cargas vivas y muertas, y la conversión de la carga horizontal a carga aplicada perpendicularmente a la escalera para su aplicación en la idealización matemática.

\*DOVASES... 1.0

### 3.0 METRADO DE CARGAS

⇒ Wu1 (Carga en el tramo inclinado)

- Peso Propio =  $h_m \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot 1m \cdot 2.4 \text{ Tn/m}^3 \cdot \text{FCM}$   
 $0.26 \cdot 1.2 \cdot 1m \cdot 2.4 \text{ Tn/m}^3 \cdot 1.4 = 1.05 \text{ Tn/m}$
- Acabado =  $\text{Acabado}/1000 \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot \text{FCM}$   
 $100/1000 \cdot 1.2 \cdot 1.4 = 0.17 \text{ Tn/m}$
- Carga viva =  $(S/C)/1000 \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot \text{FCV}$   
 $400/1000 \cdot 1.2 \cdot 1.7 = 0.82 \text{ Tn/m}$

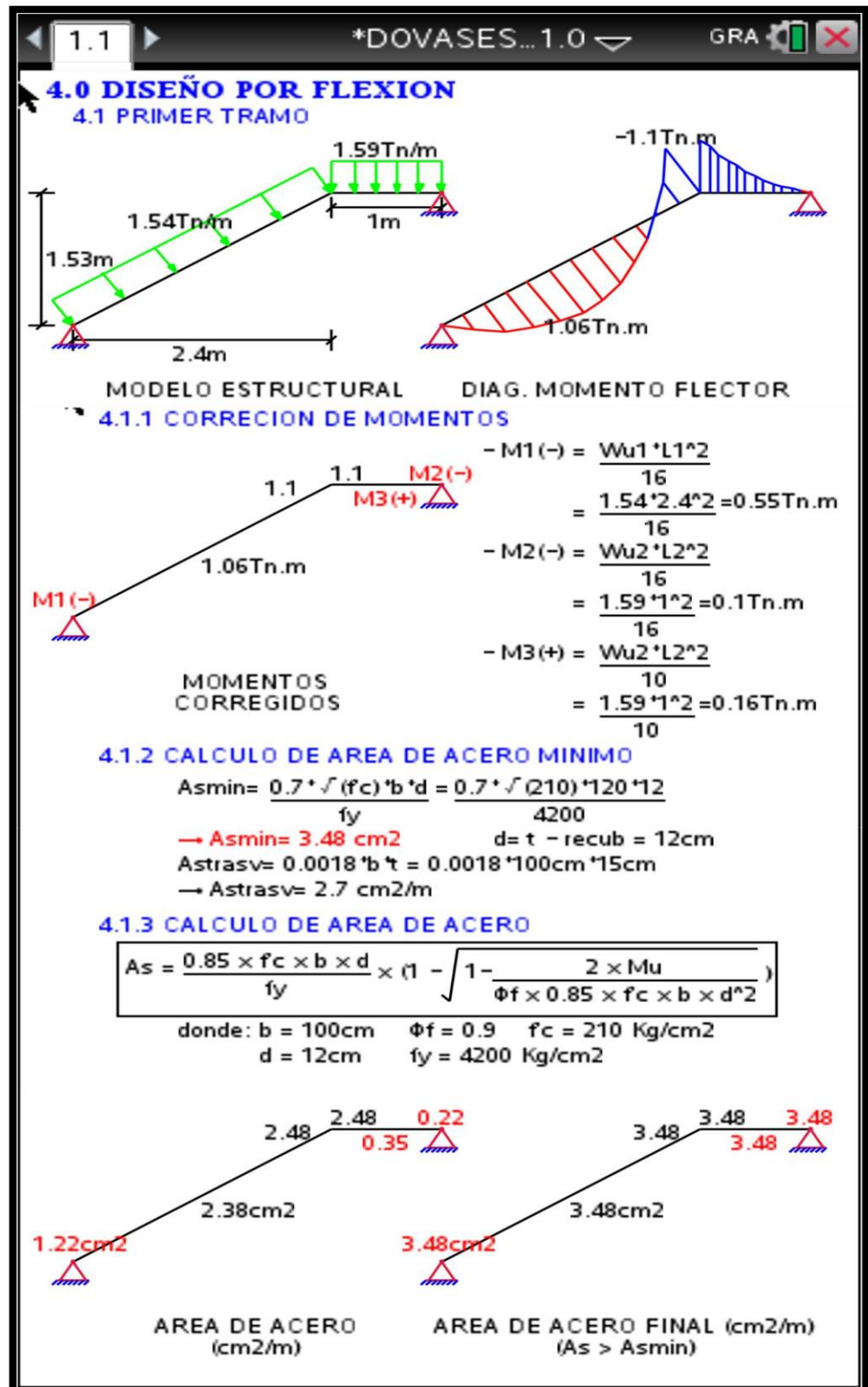
**$Wu1 = 1.05 + 0.17 + 0.82 = 2.04 \text{ Tn/m}$**

⇒ Wu2 (Carga en el tramo del Descanso)

- Peso Propio =  $t \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot 1m \cdot 2.4 \text{ Tn/m}^3 \cdot \text{FCM}$   
 $0.15 \cdot 1.2 \cdot 1m \cdot 2.4 \text{ Tn/m}^3 \cdot 1.4 = 0.6 \text{ Tn/m}$
- Acabado =  $\text{Acabado}/1000 \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot \text{FCM}$   
 $100/1000 \cdot 1.2 \cdot 1.4 = 0.17 \text{ Tn/m}$
- Carga viva =  $(S/C)/1000 \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot \text{FCV}$   
 $400/1000 \cdot 1.2 \cdot 1.7 = 0.82 \text{ Tn/m}$

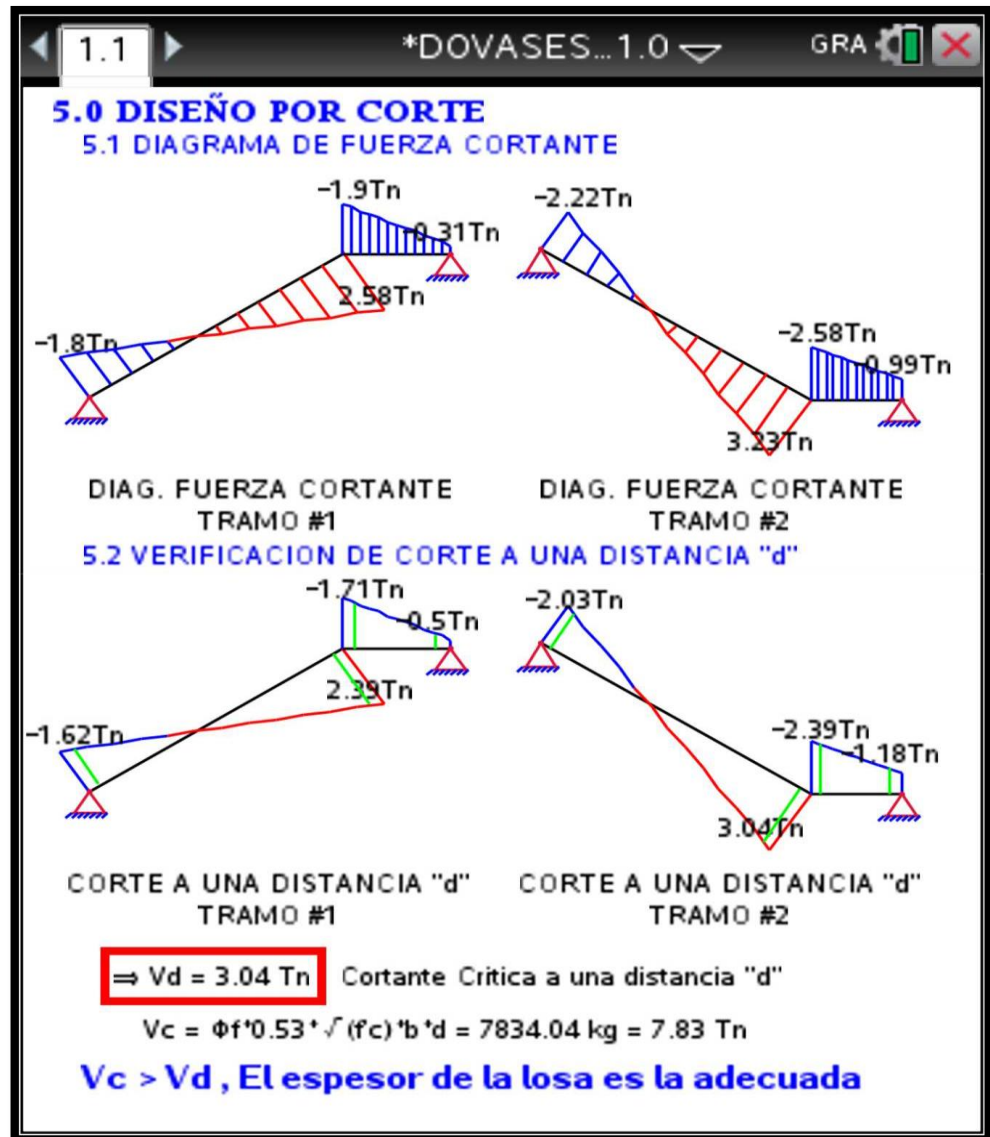
**$Wu2 = 0.6 + 0.17 + 0.82 = 1.59 \text{ Tn/m}$**

4. **DISEÑO POR FLEXION** : En esta pantalla se muestra el análisis estructural de cada tramo y su posterior uso del mismo para la obtención de sus áreas de acero, teniendo en cuenta también la verificación que sea mayor al área de acero mínimo calculado.



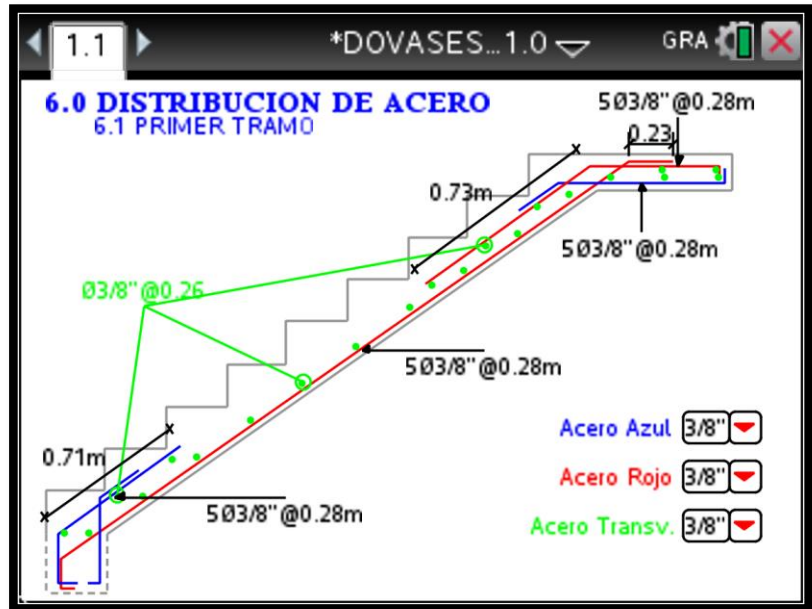
5. DISEÑO POR CORTE : En esta pantalla se muestra el análisis estructural de ambos tramos

y su posterior uso para la obtención de su verificación por cortante y así determinar si el valor de "t" es el apropiado.



6. **DISTRIBUCION DE ACERO** : Se elegirá los diámetros de acero a usar en la escalera, los acero de anclaje, aceros longitudinales y aceros transversales cada uno de

estos representados por un color distinto (azul, rojo y verde respectivamente).



7. **MEMORIA DE CALCULO :** El resultado final de todos los procesos mencionados se compilara en una memoria de cálculo para su posterior impresión, esta pantalla solo se podrá ver en la computadora.



#### 4.2.4.3 MEMORIAS DE CALCULOS

El producto final de un cálculo que se desarrolla es poder documentarlo en una memoria de cálculo en el cual se detalla paso a paso el procedimiento que se realizó para lograr los resultados que se presentan en los planos.

En los programas realizados para esta investigación solo se podrá visualizar la memoria de cálculo estando en la computadora, ya que el verlo en la calculadora sería una experiencia poco agradable por el tamaño de la pantalla y por la poca memoria de calculadora para poder visualizar mucho contenido en una sola pantalla.

#### 4.2.4.4 VIZUALIZACION DE MEMORIA DE CÁLCULO

El Software TI-Nspire™ CX CAS tiene la opción de poder expandir la pantalla en la computadora activando la “Vista Previa Computadora”, para lo cual seguiremos la secuencias de los dos clicks que se muestra a continuación:



Imagen 4.6 : Secuencias de clicks para activar modo Computadora

Una vez activado el modo computadora se puede tener una visualización más amplia del contenido y de esta manera procederemos a la impresión de la memoria de cálculo.

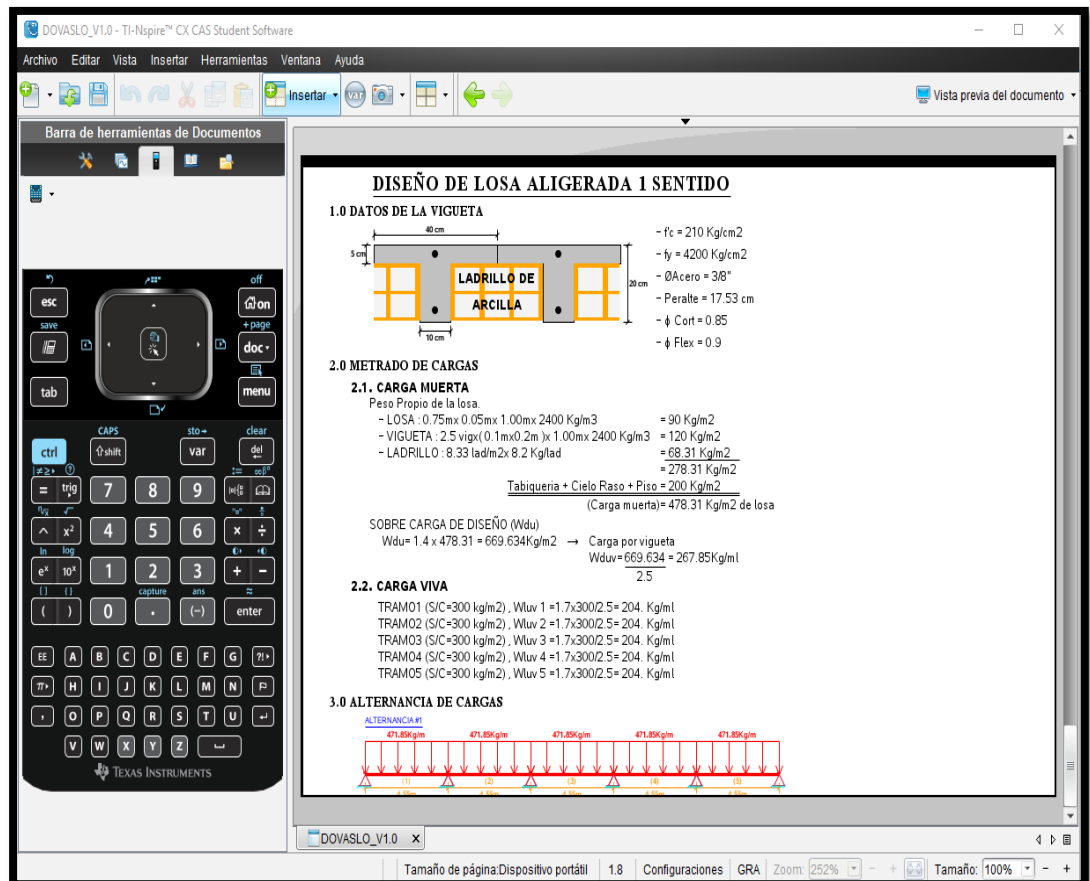
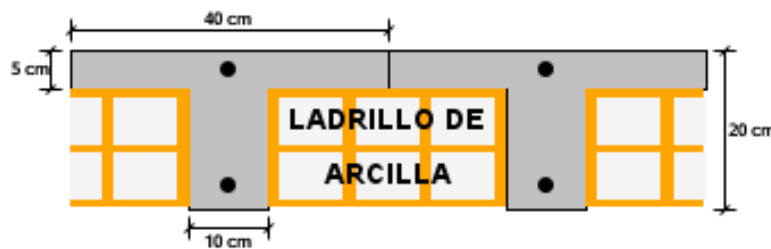


Imagen 4.7 : Vista Previa modo Computadora

- **MEMORIA DE CÁLCULO DOVASLO:** La cantidad de hojas de la memoria de cálculo de que se pueda obtener con DOVASLO va a depender de la cantidad de luces que tenga la losa aligerada a analizar, ya que el número de alternancias de cargas varía dependiendo de ello.

# DISEÑO DE LOSA ALIGERADA 1 SENTIDO

## 1.0 DATOS DE LA VIGUETA



- $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- $\varnothing \text{ Acero} = 3/8"$
- Peralte = 17.53 cm
- $\phi \text{ Cort} = 0.85$
- $\phi \text{ Flex} = 0.9$

## 2.0 METRADO DE CARGAS

### 2.1. CARGA MUERTA

Peso Propio de la losa.

- LOSA :  $0.75\text{m} \times 0.05\text{m} \times 1.00\text{m} \times 2400 \text{ Kg/m}^3 = 90 \text{ Kg/m}^2$
- VIGUETA :  $2.5 \text{ vig} \times (0.1\text{m} \times 0.2\text{m}) \times 1.00\text{m} \times 2400 \text{ Kg/m}^3 = 120 \text{ Kg/m}^2$
- LADRILLO :  $8.33 \text{ lad/m}^2 \times 8.2 \text{ Kg/lad} = 68.31 \text{ Kg/m}^2$

$$= 278.31 \text{ Kg/m}^2$$

Tabiqueria + Cielo Raso + Piso = 200 Kg/m<sup>2</sup>

(Carga muerta) = 478.31 Kg/m<sup>2</sup> de losa

SOBRE CARGA DE DISEÑO ( $W_{du}$ )

$$W_{du} = 1.4 \times 478.31 = 669.634 \text{ Kg/m}^2 \rightarrow \text{Carga por vigueta}$$

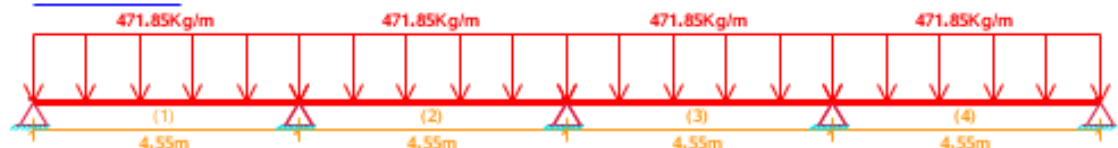
$$W_{duv} = \frac{669.634}{2.5} = 267.85 \text{ Kg/ml}$$

### 2.2. CARGA VIVA

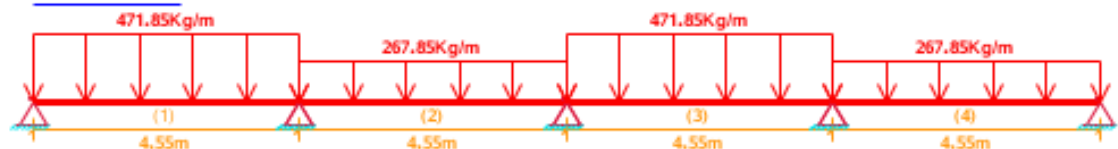
- TRAMO1 (S/C=300 kg/m<sup>2</sup>) ,  $W_{luv} 1 = 1.7 \times 300 / 2.5 = 204. \text{ Kg/ml}$
- TRAMO2 (S/C=300 kg/m<sup>2</sup>) ,  $W_{luv} 2 = 1.7 \times 300 / 2.5 = 204. \text{ Kg/ml}$
- TRAMO3 (S/C=300 kg/m<sup>2</sup>) ,  $W_{luv} 3 = 1.7 \times 300 / 2.5 = 204. \text{ Kg/ml}$
- TRAMO4 (S/C=300 kg/m<sup>2</sup>) ,  $W_{luv} 4 = 1.7 \times 300 / 2.5 = 204. \text{ Kg/ml}$

## 3.0 ALTERNANCIA DE CARGAS

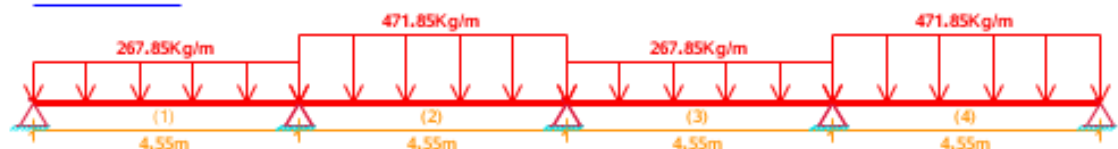
### ALTERNANCIA #1

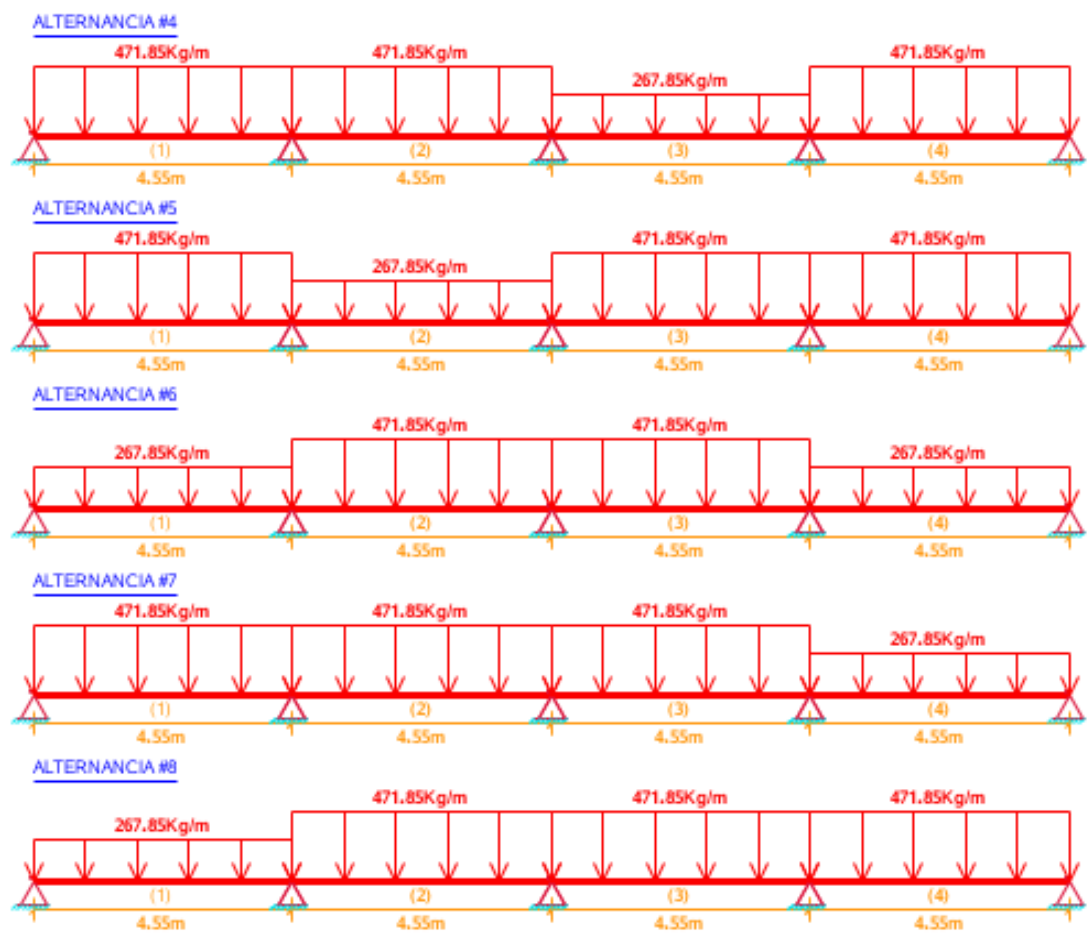


### ALTERNANCIA #2



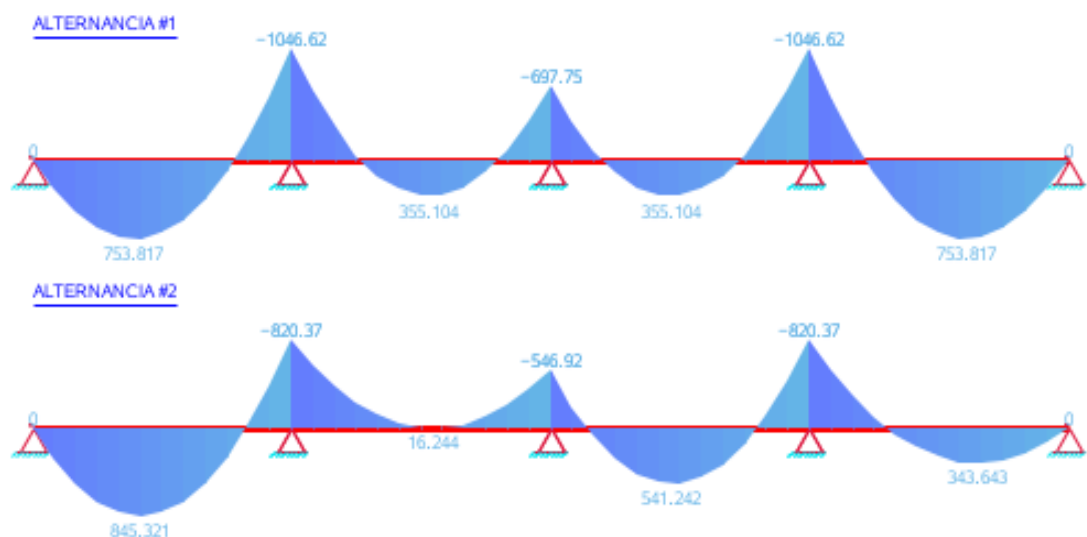
### ALTERNANCIA #3



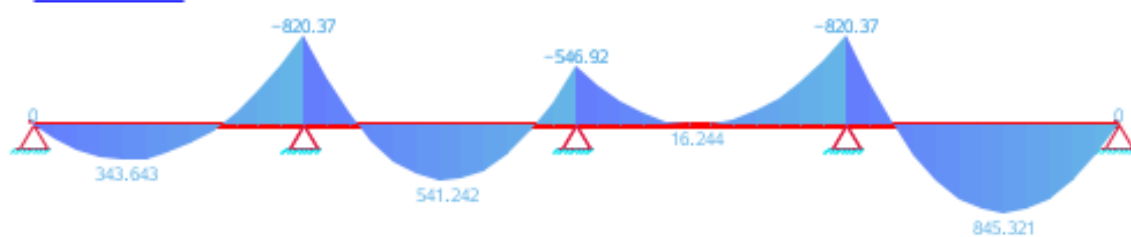


## 4.0 DIAGRAMAS POR ALTERNANCIA

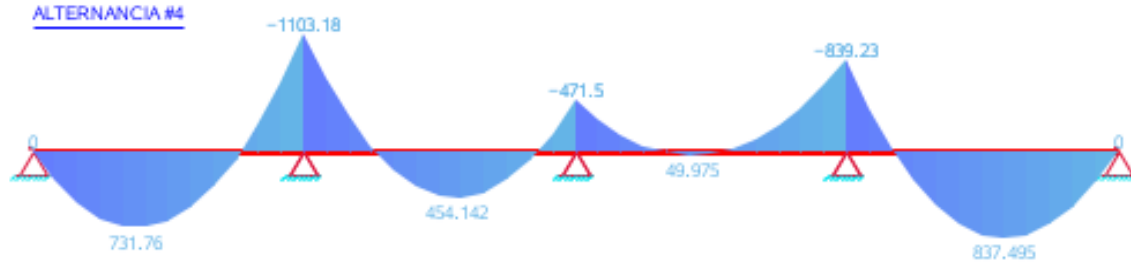
### 4.1 DIAGRAMAS MOMENTO FLECTOR (kg.m)



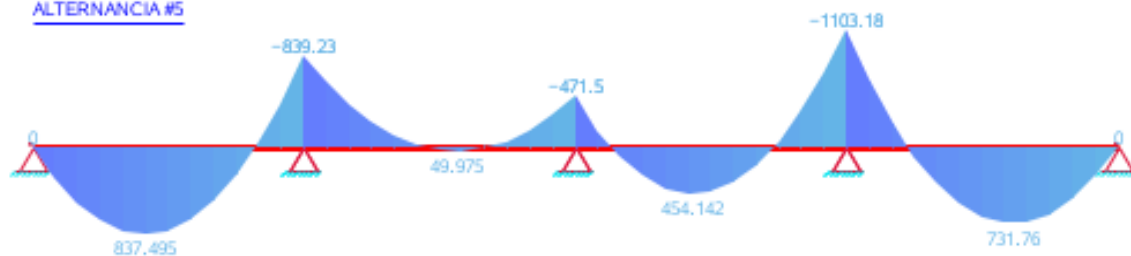
ALTERNANCIA #3



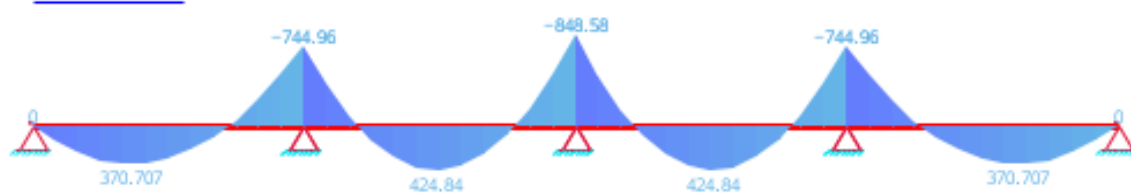
ALTERNANCIA #4



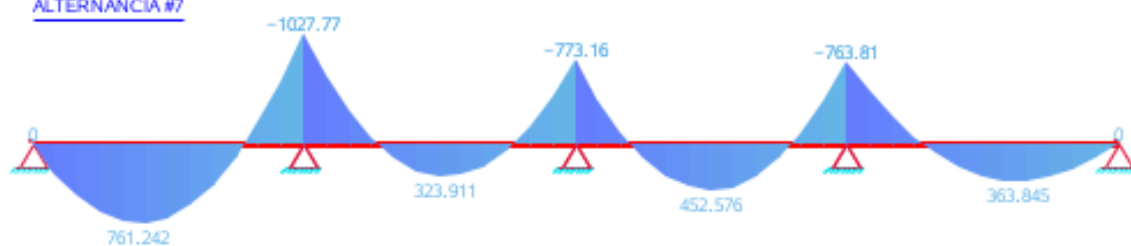
ALTERNANCIA #5



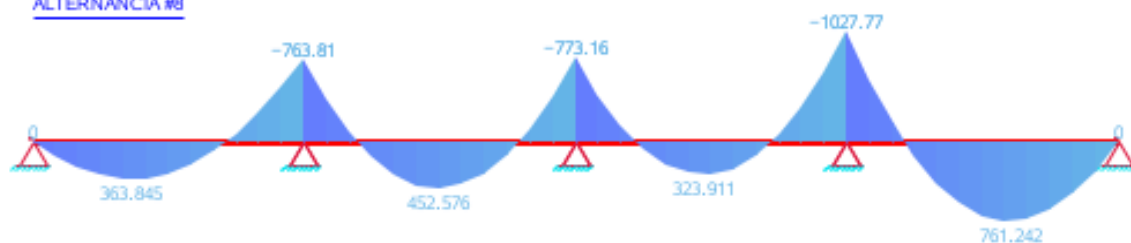
ALTERNANCIA #6



ALTERNANCIA #7

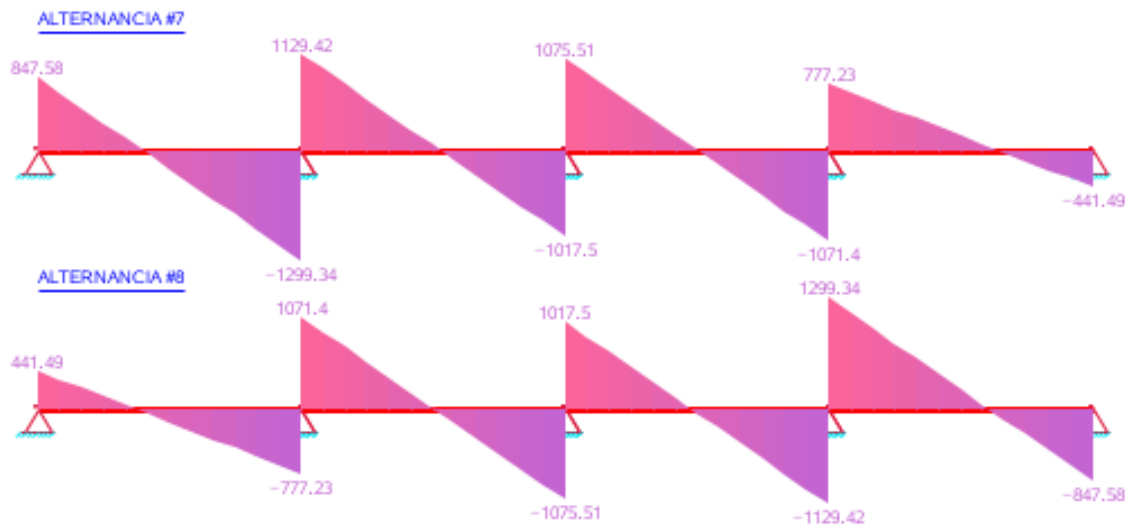


ALTERNANCIA #8



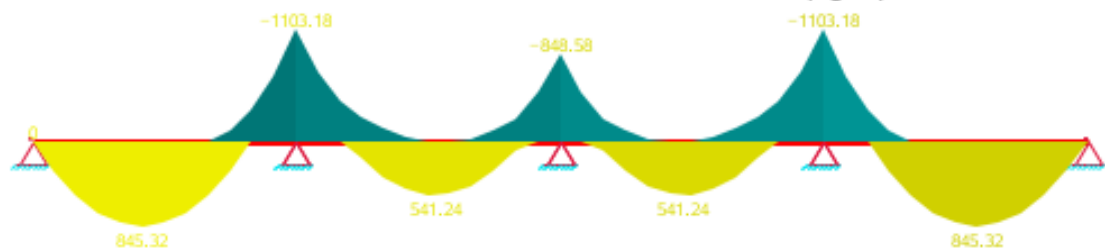
## 4.2. DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE (KG)



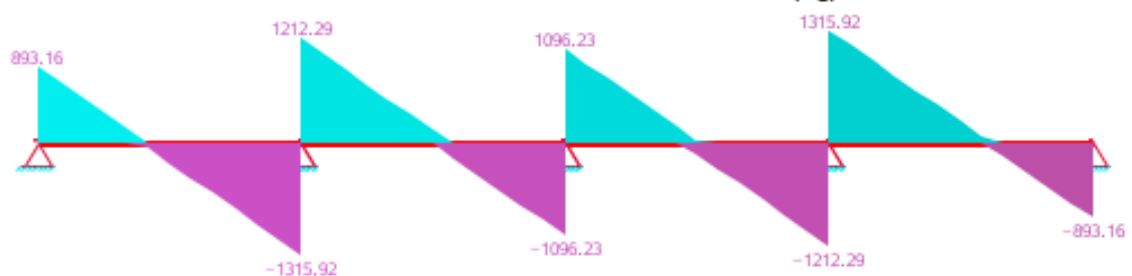


## 5.0 DIAGRAMAS DE ENVOLVENTE

### 5.1 DIAGRAMAS ENVOLVENTE MOMENTO FLECTOR (kg.m)

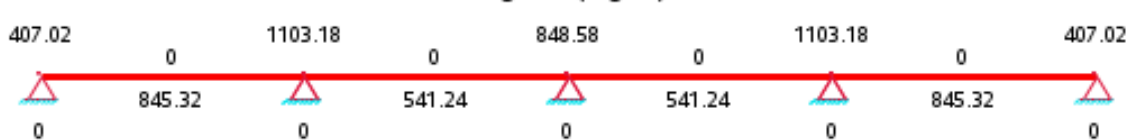


### 5.2 DIAGRAMAS ENVOLVENTE FUERZA CORTANTE (kg)



## 6.0 DISEÑO POR FLEXION.

### 6.1 Envolvente de momentos Corregidos (Kg.m)



### 6.2 Momento Resistente Negativo.

$$Mu = \phi * p_{max} * b_w * d^2 * f_y * (1 - 0.59 * p_{max} * \frac{f_y}{f_c})$$

$$\rightarrow p_b = \frac{0.85 * f'_c * 6000 * \beta}{f_y * (6000 + f_y)} = 0.02125 \quad - \quad p_{max} = 0.75 * p_b = 0.01594$$

$$\Rightarrow Mu(-) = 1503.14 \text{ Kg.m}$$

$$- M_{max}(-) = 1103.184 \text{ Kg.m}$$

(momento maximo positivo de la envolvente corregido)

**OK! , CUMPLE  $Mu(-) > M_{max}(-)$**

### 6.3. Momento Resistente Positivo

- Asumiendo  $c = 5$  cm (Espesor Losa, para asegurarnos el comportamiento como comportamiento como Viga rectangular de  $b=40$  cm).
- $a = \beta * c = 4.25$  cm    -  $b = 40$  cm    -  $As = \frac{0.85 * f'c * a * b}{fy} = 7.23$  cm<sup>2</sup>
- $Mu(+) = \phi * As * fy * (d - a/2) = 4207.18$  Kg.m
- $Mmax(+) = 845.321$  Kg.m (momento maximo positivo de la envolvente corregido)

**OK, CUMPLE  $Mu(+) > Mmax(+)$**

### 6.4. Área de acero mínimo y máximo.

$$Asmin = \frac{0.7 * \sqrt{f'c} * b * d}{fy}$$

$$Asmax = \rho_{max} * b * d$$

$$\text{Donde : } \rho_b = \frac{0.85 * f'c * 6000 * \beta}{fy * (6000 + fy)} = 0.02125 \quad - \quad \rho_{max} = 0.75 * \rho_b = 0.01594$$

Reemplazando valores en las formulas.

$$\text{donde: } b = 10 \text{ cm} \quad \rightarrow \quad Asmin = 0.42 \text{ cm}^2$$

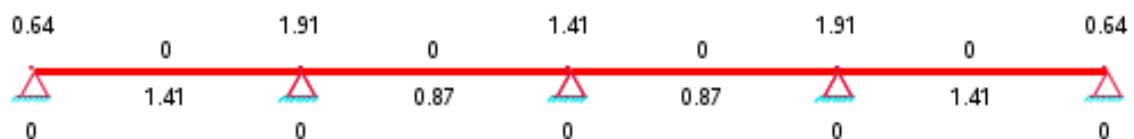
$$\rightarrow Asmax = 2.79 \text{ cm}^2$$

### 6.5. Área de acero de los momentos en losas (cm<sup>2</sup>)

$$As = \frac{0.85 * f'c * b * d}{fy} * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * f * 0.85 * f'c * b * d^2}} \right)$$

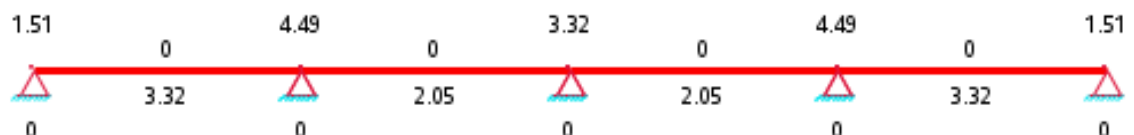


### 6.6. As (cm<sup>2</sup>) corregido ( $Asmin < As < Asmax$ )

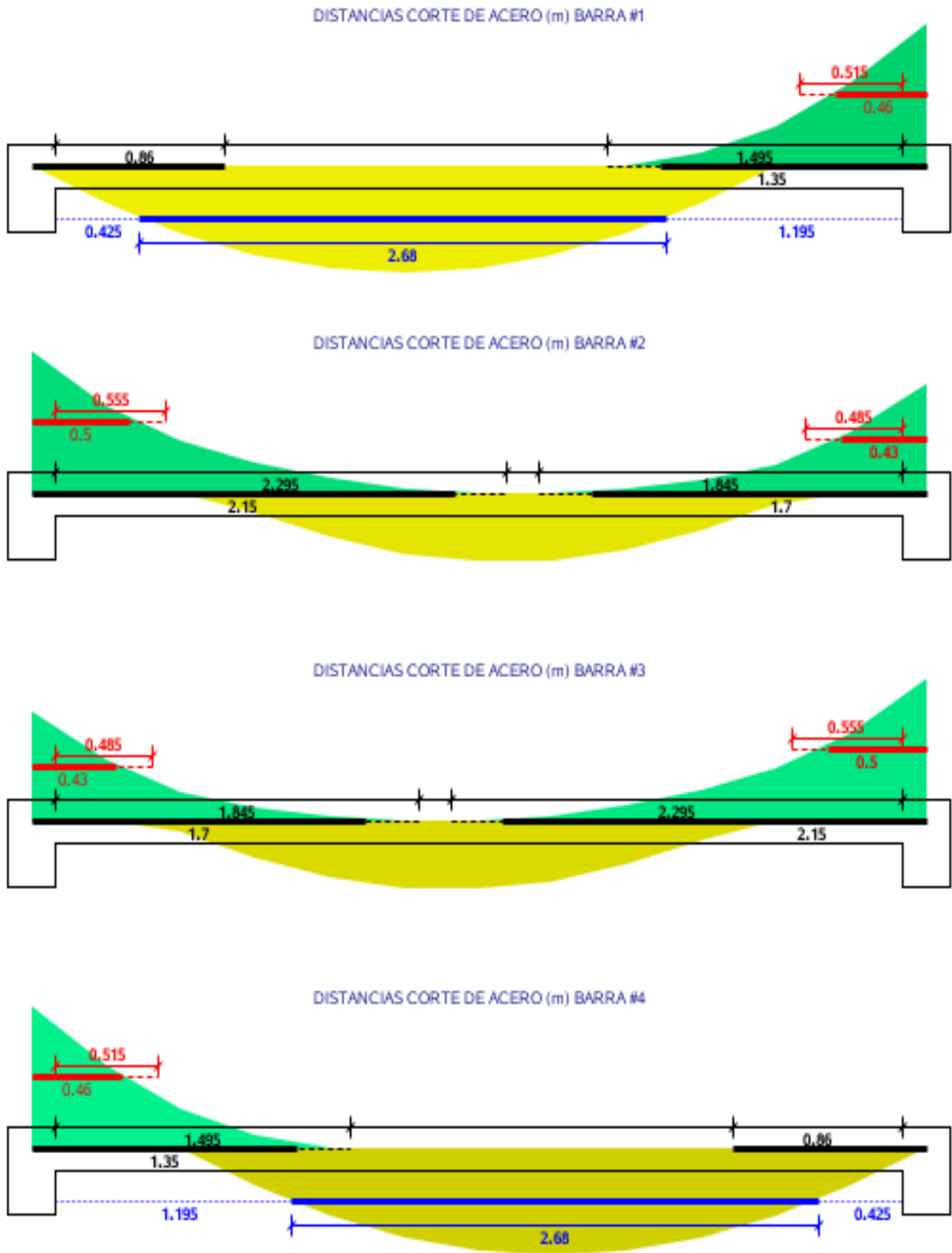


#### 6.6.1. Cálculo del valor de "a" (cm).

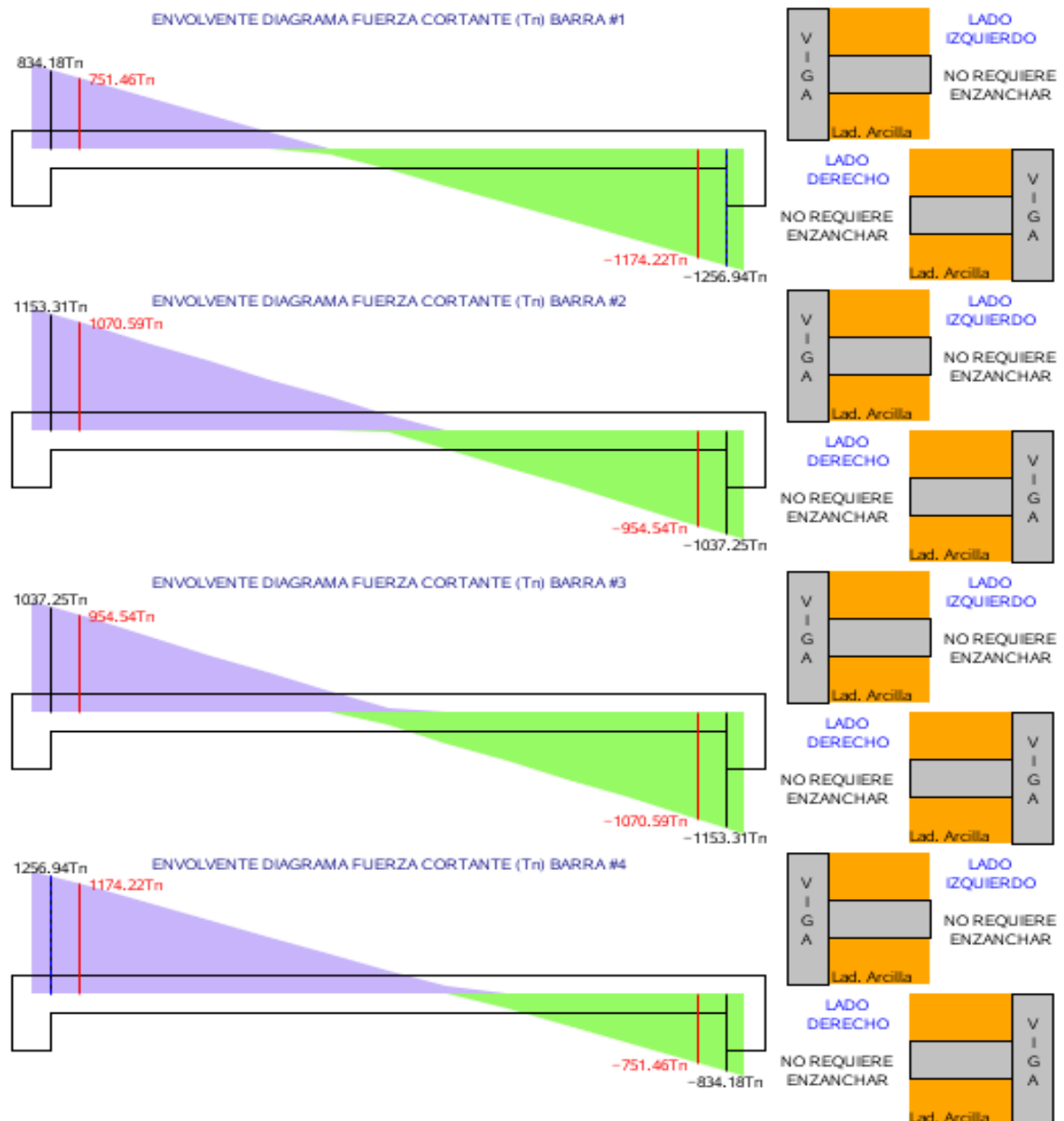
$$a = \frac{As * fy}{0.8 * fc * bw}$$



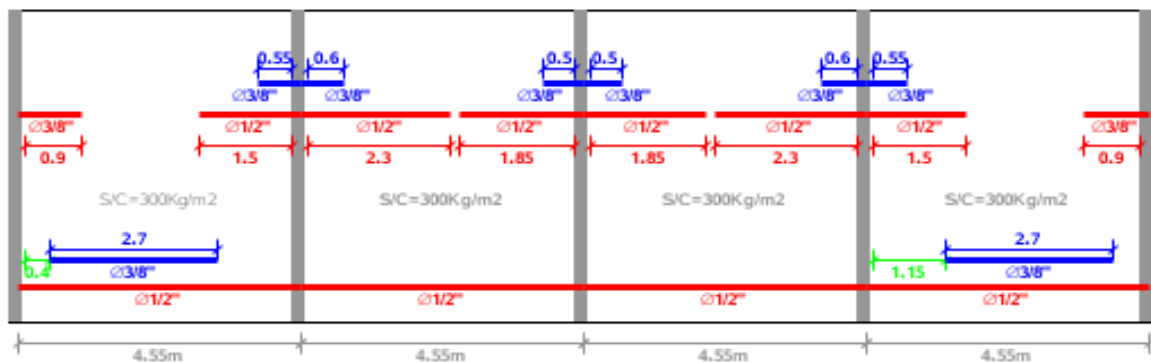
7.0. DISTANCIA DE CORTE DE ACERO POR FLEXION



## 8.0. VERIFICACION POR CORTANTE (ENSANCHAMIENTO DE VIGUETA)



## 9.0 DISTRIBUCION FINAL DE ACERO EN LA LOSA ALIGERADA.

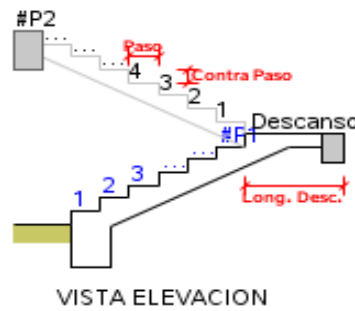


- **MEMORIA DE CÁLCULO DOVASESC:** La cantidad de hojas de la memoria de cálculo que nos proporcionara DOVASESC será 3 hojas en donde se detallara el diseño de los dos tramos.

## DISEÑO DE ESCALERA

### 1.0 DATOS BASICOS

|                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$  | $S/C = 400\text{Kg/m}^2$  |
| $f_y = 4200\text{Kg/cm}^2$ | $Acab = 100\text{Kg/m}^2$ |
| #Pasos T-1: 8              | #Pasos T-2: 10            |
| Ancho Esc= 1.2m            | Long. Descanso= 1m        |
| Paso= 0.3m                 | C. Paso= 0.17m            |
| FCM = 1.4                  | FCV = 1.7                 |
| $\Phi_f = 0.9$             | $\Phi_c = 0.85$           |



| Descanso | Long. Desc. |
|----------|-------------|
| 1        | #P1         |
| 2        | ...         |
| 3        | ...         |
| 4        | 3           |
| ...      | 2           |
| ...      | 1           |
| #P2      | Ancho Esc.  |

### 2.0 PRE-DIMENSIONAMIENTO

$$t = \frac{L}{20} \text{ ó } \frac{L}{25} = 0.15 \text{ ó } 0.12 \text{ m} \quad \text{USAR } t = 0.15 \text{ m}$$

$$\cos \theta = \frac{P}{(P^2 + CP^2)^{0.5}} = 0.87$$

$$h = \frac{t}{\cos \theta} = 0.17 \text{ m} \quad h_m = h + CP/2 = 0.26 \text{ m}$$

### 3.0 METRADO DE CARGAS

⇒ Wu1 (Carga en el tramo inclinado)

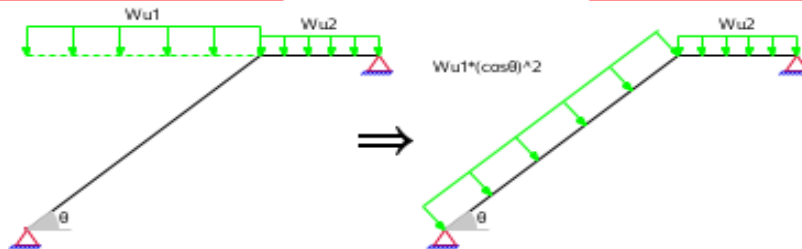
- Peso Propio =  $h_m \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot 1 \text{ m} \cdot 2.4 \text{ Tn/m}^3 \cdot \text{FCM}$   
 $0.26 \cdot 1.2 \cdot 1 \text{ m} \cdot 2.4 \text{ Tn/m}^3 \cdot 1.4 = 1.05 \text{ Tn/m}$
- Acabado =  $\text{Acabado}/1000 \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot \text{FCM}$   
 $100/1000 \cdot 1.2 \cdot 1.4 = 0.17 \text{ Tn/m}$
- Carga viva =  $(S/C)/1000 \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot \text{FCV}$   
 $400/1000 \cdot 1.2 \cdot 1.7 = 0.82 \text{ Tn/m}$

$$Wu1 = 1.05 + 0.17 + 0.82 = 2.04 \text{ Tn/m}$$

⇒ Wu2 (Carga en el tramo del Descanso)

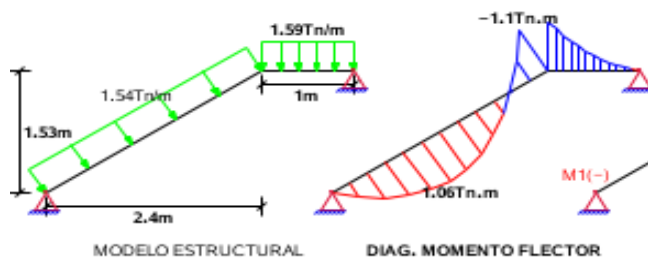
- Peso Propio =  $t \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot 1 \text{ m} \cdot 2.4 \text{ Tn/m}^3 \cdot \text{FCM}$   
 $0.15 \cdot 1.2 \cdot 1 \text{ m} \cdot 2.4 \text{ Tn/m}^3 \cdot 1.4 = 0.6 \text{ Tn/m}$
- Acabado =  $\text{Acabado}/1000 \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot \text{FCM}$   
 $100/1000 \cdot 1.2 \cdot 1.4 = 0.17 \text{ Tn/m}$
- Carga viva =  $(S/C)/1000 \cdot \text{Ancho Esc.} \cdot \text{FCV}$   
 $400/1000 \cdot 1.2 \cdot 1.7 = 0.82 \text{ Tn/m}$

$$Wu2 = 0.6 + 0.17 + 0.82 = 1.59 \text{ Tn/m}$$



### 4.0 DISEÑO POR FLEXION

#### 4.1 PRIMER TRAMO



#### 4.1.1 CORRECCION DE MOMENTOS

$$-M1(-) = \frac{Wu1 \cdot L^2}{16}$$

$$= \frac{1.54 \cdot 2.4^2}{16} = 0.55 \text{ Tn.m}$$

$$-M2(-) = \frac{Wu2 \cdot L^2}{16}$$

$$= \frac{1.59 \cdot 1^2}{16} = 0.1 \text{ Tn.m}$$

$$-M3(+) = \frac{Wu2 \cdot L^2}{10}$$

$$= \frac{1.59 \cdot 1^2}{10} = 0.16 \text{ Tn.m}$$

#### 4.1.2 CALCULO DE AREA DE ACERO MINIMO

$$A_{smin} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d}{f_y} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{210} \cdot 120 \cdot 12}{4200}$$

$$\rightarrow A_{smin} = 3.48 \text{ cm}^2 \quad d = t - \text{recub} = 12 \text{ cm}$$

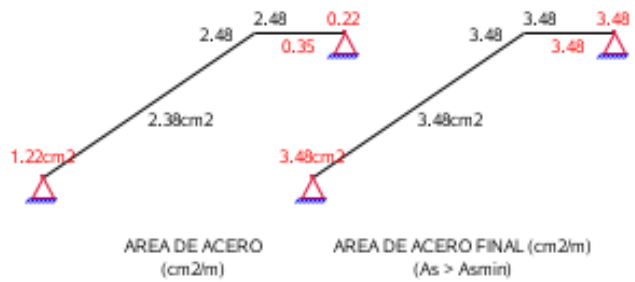
$$A_{strasv} = 0.0018 \cdot b \cdot t = 0.0018 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 15 \text{ cm}$$

$$\rightarrow A_{strasv} = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

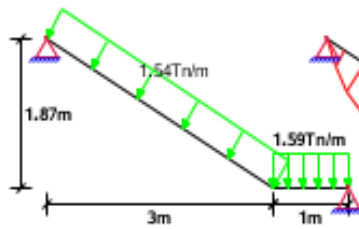
#### 4.1.3 CALCULO DE AREA DE ACERO

$$A_s = \frac{0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot d}{f_y} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot f_c \cdot 0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot d^2}} \right)$$

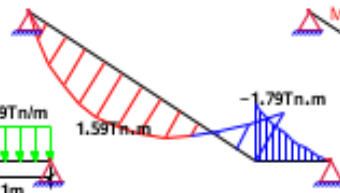
$$\text{dónde: } b = 100 \text{ cm} \quad \phi = 0.9 \quad f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ d = 12 \text{ cm} \quad f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$



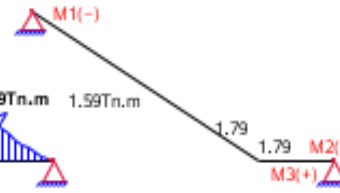
#### 4.2 SEGUNDO TRAMO



MODELO ESTRUCTURAL



DIAG. MOMENTO FLECTOR



MOMENTOS CORREGIDOS

$$\begin{aligned} -M1(-) &= \frac{Wu1 \cdot L1^2}{16} \\ &= \frac{1.54 \cdot 2.4^2}{16} = 0.87 \text{ Tn.m} \\ -M2(-) &= \frac{Wu2 \cdot L2^2}{16} \\ &= \frac{1.59 \cdot 1^2}{16} = 0.1 \text{ Tn.m} \\ -M3(+) &= \frac{Wu2 \cdot L2^2}{10} \\ &= \frac{1.59 \cdot 1^2}{10} = 0.16 \text{ Tn.m} \end{aligned}$$

#### 4.2.2 CALCULO DE AREA DE ACERO MINIMO

$$A_{smin} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d}{f_y} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{210} \cdot 120 \cdot 12}{4200}$$

$$\rightarrow A_{smin} = 3.48 \text{ cm}^2 \quad d = t - \text{recub} = 12 \text{ cm}$$

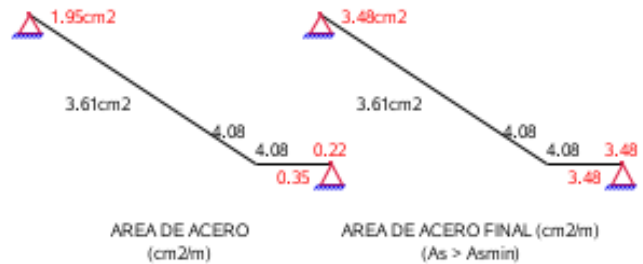
$$A_{strasv} = 0.0018 \cdot b \cdot t = 0.0018 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 15 \text{ cm}$$

$$\rightarrow A_{strasv} = 2.7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

#### 4.2.3 CALCULO DE AREA DE ACERO

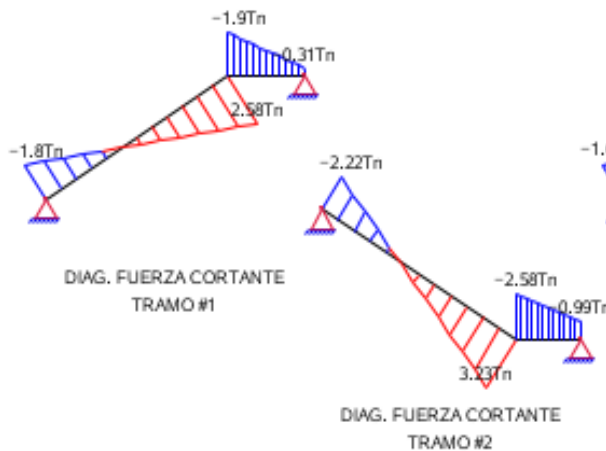
$$A_s = \frac{0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot d}{f_y} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{\phi \cdot f_c \cdot 0.85 \cdot f_c \cdot b \cdot d^2}} \right)$$

$$\text{dónde: } b = 100 \text{ cm} \quad \phi = 0.9 \quad f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ d = 12 \text{ cm} \quad f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$



### 5.0 DISEÑO POR CORTE

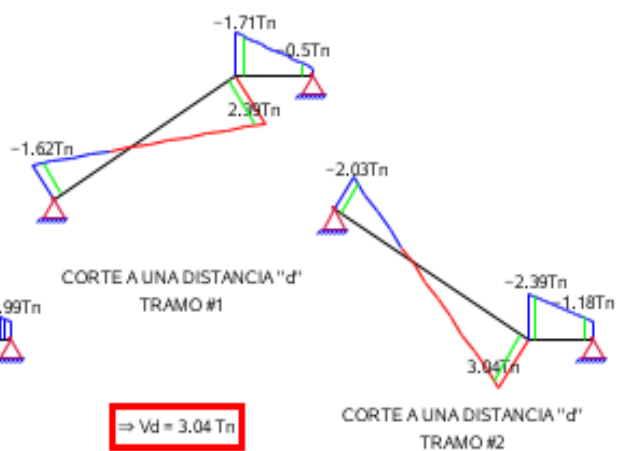
#### 5.1 DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE



DIAG. FUERZA CORTANTE  
TRAMO #1

DIAG. FUERZA CORTANTE  
TRAMO #2

#### 5.2 VERIFICACION DE CORTE A UNA DISTANCIA "d"



$$\Rightarrow V_d = 3.04 \text{ Tn}$$

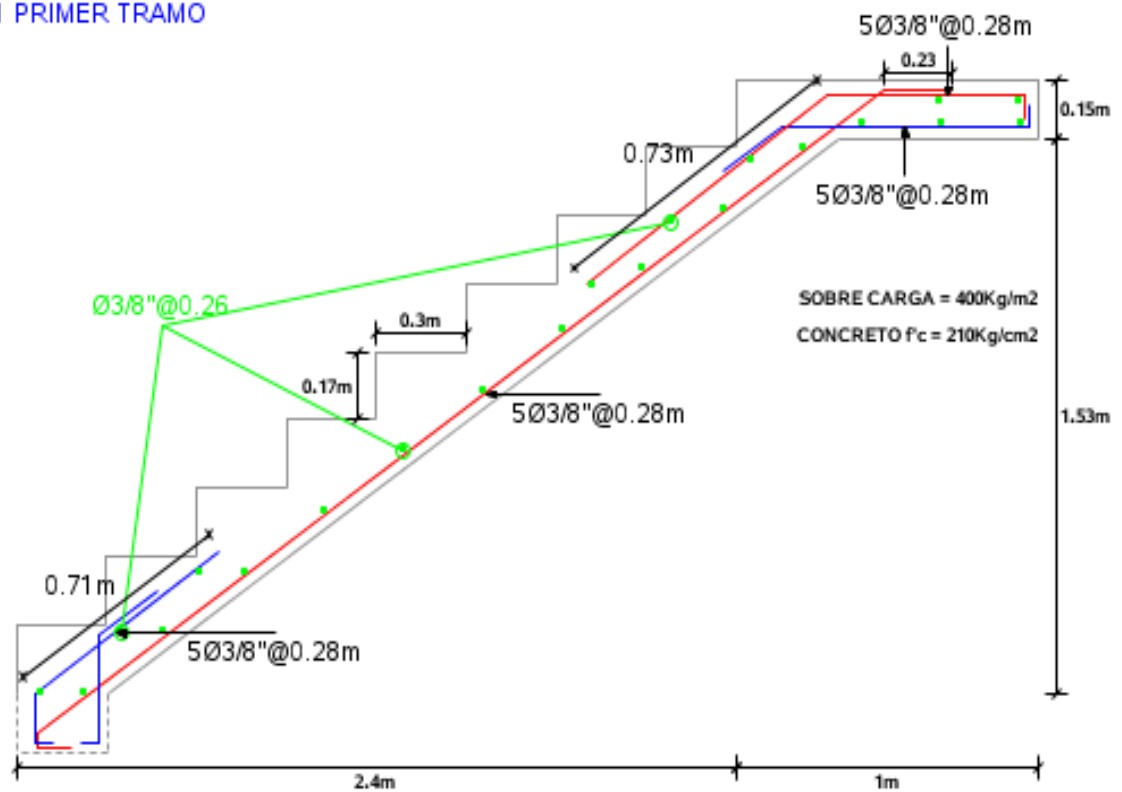
Cortante Crítica a una distancia "d"

$$V_c = \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = 7834.04 \text{ kg} = 7.83 \text{ Tn}$$

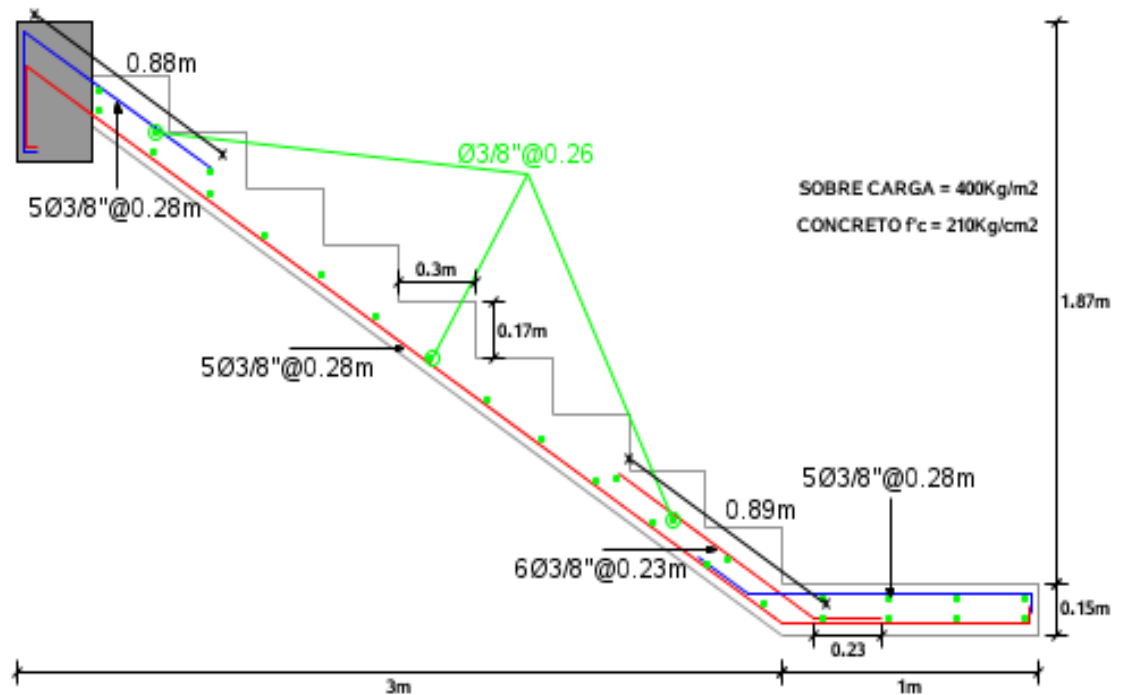
**$V_c > V_d$ , El espesor de la losa es la adecuada**

## 6.0 DISTRIBUCION DE ACERO

### 6.1 PRIMER TRAMO



### 6.2 SEGUNDO TRAMO



### **4.3 CODIFICACION**

Para la codificación de ambos programas propuestos se usó los lenguajes de programación (TI-Basic y LUA) que nos ofrece la calculadora TI-Nspire CX CAS que en uso conjunto se puede lograr resultados óptimos.

Los programas propuestos hacen uso de ambos lenguajes por un lado TI-Basic nos ayuda en los cálculos matriciales y matemáticos y LUA para los gráficos usados en la visualización de resultados.

#### **4.3.1 CODIFICACION EN TI-BASIC (CALCULOS)**

La programación en TI-Basic fue íntegramente usada para dos tipos de cálculos:

- **CALCULOS MATRICIALES:** Este tipo de cálculo es usado para obtener los resultados del análisis estructural (Diagrama de momentos flectores y Diagramas de Fuerza cortante), para este tipo de procesos TI-Basic hace uso de comandos ya establecidos en la calculadora en lo que se refiere operación de matrices, facilitándonos de esta manera la ejecución de las mismas.

```

For i,1,nb ©MATRICES TRASLACIONALES POR BARRA

$$\begin{bmatrix} \frac{n[b[i+1,3]+1,2]-n[b[i+1,2]+1,2]}{cuadro[i+1,3]} & -1 \cdot \frac{n[b[i+1,3]+1,3]-n[b[i+1,2]+1,3]}{cuadro[i+1,3]} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{n[b[i+1,3]+1,3]-n[b[i+1,2]+1,3]}{cuadro[i+1,3]} & \frac{n[b[i+1,3]+1,2]-n[b[i+1,2]+1,2]}{cuadro[i+1,3]} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{n[b[i+1,3]+1,2]-n[b[i+1,2]+1,2]}{cuadro[i+1,3]} & -1 \cdot \frac{n[b[i+1,3]+1,3]-n[b[i+1,2]+1,3]}{cuadro[i+1,3]} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{n[b[i+1,3]+1,3]-n[b[i+1,2]+1,3]}{cuadro[i+1,3]} & \frac{n[b[i+1,3]+1,2]-n[b[i+1,2]+1,2]}{cuadro[i+1,3]} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow \#("1"$$

EndFor
Disp "10% Matrices Rig. Sist. Local por barra.."
For i,1,nb © MATRIZ DE RIGIDEZ BARRA SIST LOCAL

$$\begin{bmatrix} cuadro[i+1,4] & 0 & 0 & -cuadro[i+1,4] & 0 & 0 \\ 0 & cuadro[i+1,5] & cuadro[i+1,6] & 0 & -cuadro[i+1,5] & cuadro[i+1,6] \\ 0 & cuadro[i+1,6] & cuadro[i+1,7] & 0 & -cuadro[i+1,6] & cuadro[i+1,8] \\ -cuadro[i+1,4] & 0 & 0 & cuadro[i+1,4] & 0 & 0 \\ 0 & -cuadro[i+1,5] & -cuadro[i+1,6] & 0 & cuadro[i+1,5] & -cuadro[i+1,6] \\ 0 & cuadro[i+1,6] & cuadro[i+1,8] & 0 & -cuadro[i+1,6] & cuadro[i+1,7] \end{bmatrix} \rightarrow \#("keloc_"&string(i))$$

EndFor
Disp "20% Matrices Rig. Sist. Global por barra.."
For i,1,nb © MATRIZ DE RIGIDEZ BARRA SIST GLOBAL

$$\#("ktras_"&string(i)) \cdot \#("keloc_"&string(i)) \cdot (\#("ktras_"&string(i))) \rightarrow \#("keglob_"&string(i))$$

colAugment["k_"&string(i) 3·b[i+1,2]-2 3·b[i+1,2]-1 3·b[i+1,2] 3·b[i+1,3]-2 3·b[i+1,3]-1 3·b[i+1,3],augment
$$\begin{bmatrix} 3 \cdot b[i+1,2]-2 \\ 3 \cdot b[i+1,2]-1 \\ 3 \cdot b[i+1,2] \\ 3 \cdot b[i+1,3]-2 \\ 3 \cdot b[i+1,3]-1 \\ 3 \cdot b[i+1,3] \end{bmatrix} \#("keglob_"&string(i))$$


```

**Imagen 4.8 : Codificación de Matrices en TI-Basic**

- **CALCULOS MATEMATICOS:** Una vez obtenido los resultados del análisis matricial se procede al diseño de Concreto Armado de cada elemento por lo que se realizó funciones en TI-Basic aprovechando el beneficio de sus comandos matemáticos pre-establecidos en la calculadora.

```

Define asreal1()=
Func
Local dl,aslosa,xl,i
pd→xl
peralte()→dl
newMat(2,2·nb+1)→aslosa
For i,1,nb
If i=1 Then

$$aslosa[1,1]:=\frac{0.85 \cdot fc \cdot bwl \cdot dl}{fyd} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot xl[1,1] \cdot 100}{fif \cdot 0.85 \cdot fc \cdot bwl \cdot dl^2}} \right)$$


$$aslosa[2,1]:=\frac{0.85 \cdot fc \cdot bwl \cdot dl}{fyd} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot xl[2,1] \cdot 100}{fif \cdot 0.85 \cdot fc \cdot bwl \cdot dl^2}} \right)$$


$$aslosa[1,2 \cdot i]:=\frac{0.85 \cdot fc \cdot bwl \cdot dl}{fyd} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot xl[1,2 \cdot i] \cdot 100}{fif \cdot 0.85 \cdot fc \cdot bwl \cdot dl^2}} \right)$$


$$aslosa[2,2 \cdot i]:=\frac{0.85 \cdot fc \cdot bwl \cdot dl}{fyd} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot xl[2,2 \cdot i] \cdot 100}{fif \cdot 0.85 \cdot fc \cdot bwl \cdot dl^2}} \right)$$


```

**Imagen 4.9 : Codificación de Funciones en TI-Basic**

### 4.3.2 CODIFICACION EN LUA (GRAFICOS)

La codificación en el lenguaje de programación LUA fue aprovechada principalmente para la visualización de resultados, ya que posee comandos para poder realizar todo tipo de gráficos mediante líneas, poli líneas, arcos de circunferencias, etc. Se estableció diferentes clases entre ellas una clase para la creación de listas desplegables para poder facilitar el ingreso de algunos datos mientras se visualizaba los resultados (elección de los diámetros de la varilla de acero).

A continuación se muestra parte del código usado para crear/mostrar una barra desplegable:

```
232 boton_op=class()
233
234 function boton_op:init(x,y,lista_op)
235     self.x=x
236     self.y=y
237     self.opciones=lista_op
238     self.estado=false
239     self.op_elegida=1
240     self.lista_despl=0
241     self.lista_estado=false
242 end
243
244 function boton_op:paint(gc)
245
246     local a,h
247     a=0
248     h=0
249     for c=1,#self.opciones do
250         a=math.max(a,gc:getStringWidth(self.opciones[c]))
251         h=math.max(h,gc:getStringHeight(self.opciones[c]))
252     end
253     gc:setColorRGB(0,0,0)
254     gc:drawRect(self.x,self.y,a+2,h)
255
```

Imagen 4.10 : Clase en LUA para lista desplegable

Con el fin de facilitar el dibujo de algunas graficas también se fue necesario definir funciones con parámetros, a continuación se muestra parte del código usado para graficar el diagrama de envolventes:

```
712 function envolvente_momento(gc,x,y)
713 local b_c=470
714 local h_c=100
715 local i,j,k
716 local esc=(b_c)/(var.recall("esch"))
717 local xib,yib,xfb,yfb
718 local nb=var.recall("nb")
719 local nn=var.recall("nn")
720 local yc
721 yc=y
722
723 local escm=(h_c/2)/(var.recall("maxm"))
724
725 if yc+(h_c+15)<780*f_pag then
726     yc=yc+(h_c+15)
727 else
728     yc=(780)*f_pag+30+h_c
729     f_pag=f_pag+1
730 end
731 y_v=yc-h_c/2
732
733 gc:setColorRGB(0,0,255)
734 gc:setFont("sansserif","r",6)
```

Imagen 4.11 : Función para graficar Diagrama de envolventes

#### 4.3.3 INTEGRACION DE AMBOS LENGUAJES DE PROGRAMACION

Para lograr el resultado final que es la memoria de cálculo y la visualización de los resultados es indispensable poder integrar ambos lenguajes de programación, ya que se requiere los resultados obtenidos en TI-Basic para poder realizar las gráficas en LUA.

Para realizar esta integración se sigue la siguiente secuencia.

1. Los resultados obtenidos en TI-Basic se guarda en variables.

$$\begin{aligned}
& \min(\text{mat} \triangleright \text{list}(\text{subMat}(\text{pcmpb}, 1, 1, \text{ncomb}, 1))) \rightarrow cbe \\
& \text{ifFn}(cbe > 0, 0, cbe) \rightarrow cbe \\
& \max(\text{mat} \triangleright \text{list}(\text{subMat}(\text{pcmpb}, 1, 1, \text{ncomb}, 1))) \rightarrow cre \\
& \text{ifFn}(cre < 0, 0, cre) \rightarrow cre \\
& \max(\text{mat} \triangleright \text{list}(\text{subMat}(\text{pcmpb}, 1, 2, \text{ncomb}, 2))) \rightarrow mbe \\
& \text{ifFn}(mbe < 0, 0, mbe) \rightarrow mbe \\
& \min(\text{mat} \triangleright \text{list}(\text{subMat}(\text{pcmpb}, 1, 2, \text{ncomb}, 2))) \rightarrow mre \\
& \text{ifFn}(mre > 0, 0, mre) \rightarrow mre
\end{aligned}$$

Imagen 4.12 : Asignación de variables a resultados

2. En LUA se importara dichos variables y guardándolo en una variables nueva la cual puede tener o no el mismo nombre de variable.

```

357      var.store("peval", peval)
358      var.store("nbarra", nbarra)
359      var.store("pme", math.eval("momev()"))

```

Imagen 4.13 : Importación de variables a LUA

## 4.4 PRUEBAS

A continuación se presenta y discute la estrategia de prueba utilizada, los tipos de pruebas usadas y catálogo de pruebas correspondiente.

Las pruebas que se realizarán al sistema serán: pruebas unitarias y de aceptación.

### 4.4.1 PRUEBAS UNITARIAS

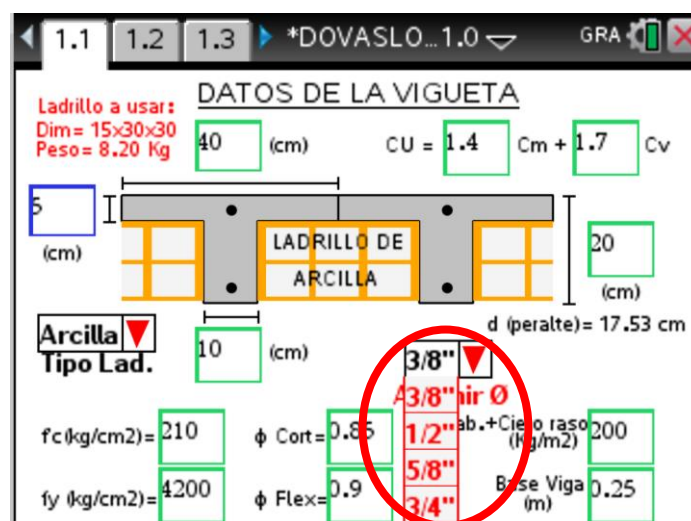
Estas pruebas unitarias, tienen por objetivo demostrar que las funcionalidades del sistema operan en forma correcta e independiente una de otra, estas pruebas podrán ser preparadas y ejecutadas por el desarrollador.

Con la ejecución de este grupo de pruebas se tratará de proveer un sistema con un nivel de calidad aceptable para que el usuario tenga la confianza necesaria al utilizar este producto y garantizar que el producto final ha sido probado en todas sus funcionalidades y módulos disminuyendo la probabilidad de error.

Los posibles resultados de las pruebas son:

- Éxito: El resultado de la prueba es conforme al resultado esperado.
- Aceptable. El resultado de la prueba indica que el sistema difiere con los resultados esperados, se tendrá que analizar si se requiere cambios en la aplicación o se requiere hacer cambios en la especificación funcional.
- Error: El resultado de prueba es incorrecto; la falla deberá ser rectificada en un periodo de tiempo acordado.

A continuación se presenta un caso de prueba cuyo objetivo es probar el funcionamiento de las listas desplegables para la selección de datos, cuyo resultado final fue ÉXITO.



**DATOS DE LA VIGUETA**

Ladrillo a usar:  
Dim = 15x30x30  
Peso = 8.20 Kg

40 (cm) CU = 1.4 Cm + 1.7 Cv

5 (cm) LADRILLO DE ARCILLA 20 (cm)

Arcilla Tipo Lad. 10 (cm) d (peralte) = 17.53 cm

3/8" 3/8" var Ø 1/2" ab. + Cielo raso 200 5/8" Base Viga 0.25 3/4"

$f_c$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 210  $\phi$  Cort = 0.85  $f_y$  (kg/cm<sup>2</sup>) = 4200  $\phi$  Flex = 0.9

Imagen 4.14 : Caso de prueba con resultado ÉXITO

Generalmente las actividades que se realizarán antes de las pruebas serán:

- Definición del ámbito de las pruebas.
- Definición y preparación de los formularios de pruebas a ejecutar.
- Preparación y disposición de equipos de pruebas.
- Preparación y disposición de usuarios para pruebas.
- Preparar cronograma de pruebas a realizar.
- Preparar horarios de pruebas a realizar.
- Ejecución de las pruebas
- Procedimientos de rechazo y aceptación de las pruebas.

Para la elaboración de los scripts de prueba se necesitará analizar la especificación de requerimientos de la aplicación bajo prueba, a fin de determinar los requerimientos que deberán ser probados.

#### **4.4.2 PRUEBAS DE ACEPTACION DEL USUARIO**

El objetivo en este nivel de prueba es obtener el visto bueno del cliente, no se deberían encontrar defectos funcionales graves en el sistema. Es por ello que las pruebas de aceptación son realizadas por el usuario.

Se puede decir que las pruebas de aceptación son las pruebas de sistema por parte del usuario.

Para lo cual los usuarios dieron los siguientes resultados:

### **DOVASLO**

| <b>DESCRIPCION DE PRUEBA</b>                             | <b>ESTADO</b>    |
|----------------------------------------------------------|------------------|
| Ingreso de datos intuitivo                               | <b>Aprobado</b>  |
| Visualización de resultados detallados en la calculadora | <b>Aprobado</b>  |
| Interfaz de Visualización                                | <b>Aprobado</b>  |
| Detallado de memoria de calculo                          | <b>Aprobado</b>  |
| Velocidad de procesamiento                               | <b>Aceptable</b> |

### **DOVASESC**

| <b>DESCRIPCION DE PRUEBA</b>                             | <b>ESTADO</b>   |
|----------------------------------------------------------|-----------------|
| Ingreso de datos intuitivo                               | <b>Aprobado</b> |
| Visualización de resultados detallados en la calculadora | <b>Aprobado</b> |
| Interfaz de Visualización                                | <b>Aprobado</b> |
| Detallado de memoria de calculo                          | <b>Aprobado</b> |
| Velocidad de procesamiento                               | <b>Aprobado</b> |

## **4.5 IMPLANTACION Y MANTENIMIENTO**

### **4.5.1 IMPLANTACION DE LA APLICACIÓN**

La instalación del aplicativo se realiza de manera muy sencilla ya que solo se debe ejecutar directamente el archivo que contiene el programa, cabe resaltar que el programa es para la calculadora TI-Nspire CX CAS por tanto se tendrá que tener el emulador de la calculadora (Software TI-Nspire™ CX CAS) previamente instalada en la computadora.



**Imagen 4.15 : Interfaz del software de la calculadora TI-Nspire CX CAS en la computadora**

La aplicación puede ser usada tanto en la computadora y en la calculadora misma, el proceso de instalación en ambos dispositivos se encuentra especificado en el MANUAL DE INSTALACION.

#### **4.5.2 PERMISOS DE ACCESO AL SISTEMA**

Cada calculadora cuenta con un código ID que es propio y único en cada dispositivo para lo cual se usara este código para poder verificar la autenticidad de la calculadora.

A partir de la versión 4.2 del Sistema operativo de la calculadora Ti-Nspire™ CX CAS se implementó en el lenguaje de programación LUA la opción de poder obtener el Id de la calculadora en donde se esté ejecutando una aplicación, este proceso se logra con el comando denominado **GetDeviceID**.

Para poder autorizar la calculadora para el uso de la aplicación el usuario deberá tener el código id de su dispositivo el cual lo podrá ver como se muestra a continuación:

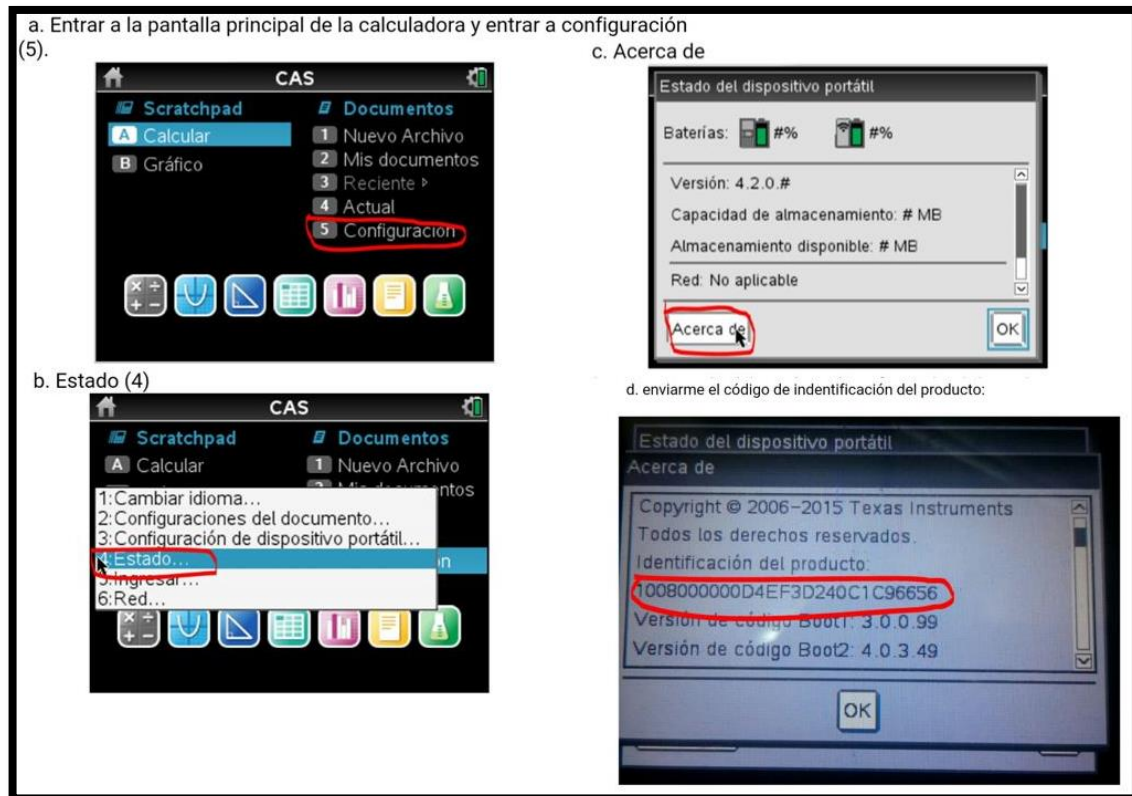


**Imagen 4.16 : Procedimiento para saber el código Id de la calculadora**

Un vez obtenido el código Id del dispositivo se tiene que brindarlo a la persona autorizada de poder ingresar al código de programación para así de esta manera adicionarlo a la lista de códigos autorizados de poder acceder al programa.

En los programas realizados para este estudio se utilizó el comando mencionado anteriormente y se siguió el diagrama de flujo que se muestra a continuación, para de esta manera registrar las calculadoras autorizadas en usar en cada programa.

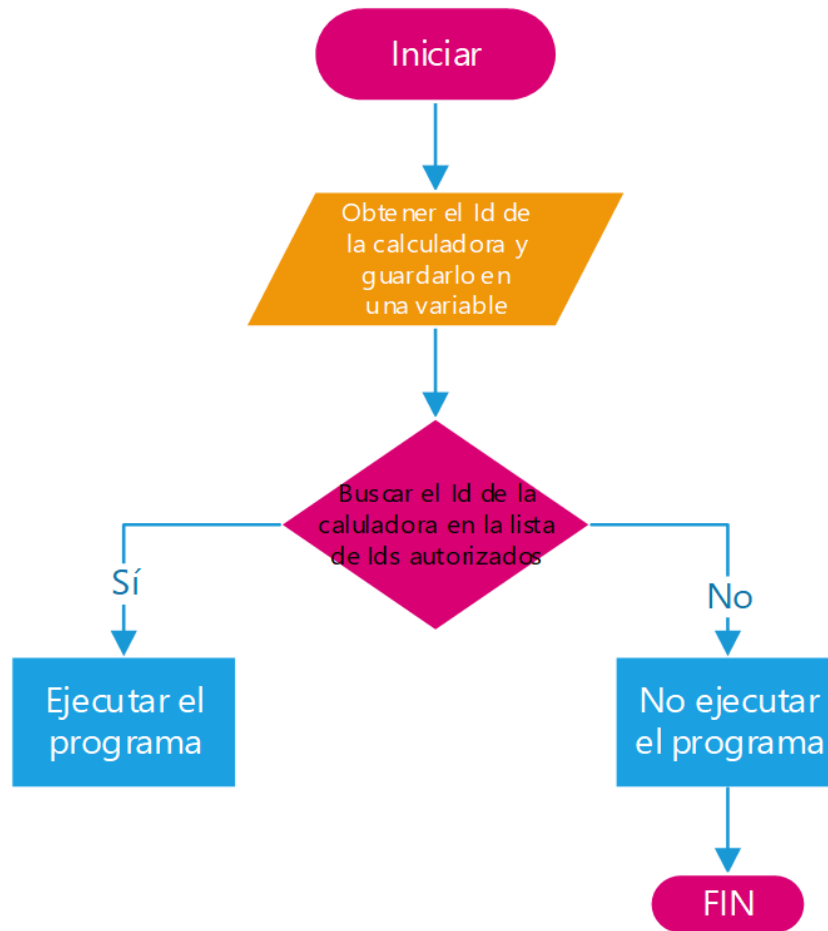


Imagen 4.17 : Diagrama de flujo para otorgar los permisos a las calculadoras

### 4.5.3 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Una vez implantado el sistema se otorgara soporte técnico al usuario las veces que el mismo solicite, teniendo también el beneficio de poder tener las actualización posteriores que se ira lanzando.

Cada actualización será modificada teniendo en cuenta las sugerencias y necesidades de los usuarios para así lograr un sistema sólido y confiable.

## CAPITULO V

### CAPITULO 5: RESULTADOS Y DISCUSION

#### 5.1 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS PRE TEST

| N°   | Preguntas                                                                                                                                                                         | n  | Media | Desviación estándar | Varianza |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------|---------------------|----------|
| PE01 | ¿Qué tan a menudo presenta memoria de cálculo de losas aligeradas en sus proyectos realizados?                                                                                    | 10 | 3.80  | 0.63                | 0.40     |
| PE02 | ¿Qué tan a menudo presenta memoria de cálculo de escaleras en sus proyectos realizados?                                                                                           | 10 | 3.90  | 0.74                | 0.54     |
| PE03 | ¿Le toma mucho tiempo la realización del cálculo así como la memoria de cálculo en losas aligeradas?                                                                              | 10 | 4.00  | 0.00                | 0.00     |
| PE04 | ¿Le toma mucho tiempo la elaboración de la envolvente de diseño generado por las alternancias de cargas en losas aligeradas?                                                      | 10 | 3.70  | 0.67                | 0.46     |
| PE05 | ¿Le toma mucho tiempo el cálculo de corte de acero en losas aligeradas teniendo en cuenta el diagrama de envolvente en momento flector?                                           | 10 | 3.90  | 0.57                | 0.32     |
| PE06 | ¿Le toma mucho tiempo la realización del cálculo así como la memoria de cálculo en escaleras?                                                                                     | 10 | 4.30  | 0.48                | 0.23     |
| PE07 | ¿Realiza comprobaciones del diseño en las losas aligeradas durante y/o en el lugar de la ejecución de la obra?                                                                    | 10 | 3.80  | 1.03                | 1.07     |
| PE08 | ¿Realiza comprobaciones del diseño en las escaleras durante y/o en el lugar de la ejecución de la obra?                                                                           | 10 | 3.60  | 0.97                | 0.93     |
| PE09 | ¿En su vida profesional, que tan frecuente hace el uso de una calculadora?                                                                                                        | 10 | 3.70  | 0.95                | 0.90     |
| PE10 | ¿En su vida profesional hace uso de algún software instalado en su calculadora para el cálculo de elementos estructurales, aparte de un software convencional instalado en su PC? | 10 | 2.20  | 0.42                | 0.18     |
| PE11 | ¿Cómo evalúa Ud. el actual sistema que utiliza para el cálculo de losas aligeradas?                                                                                               | 10 | 3.00  | 0.00                | 0.00     |
| PE12 | ¿Cómo evalúa Ud. el actual sistema que utiliza para el cálculo de escaleras?                                                                                                      | 10 | 3.00  | 0.00                | 0.00     |
| PE13 | ¿Cómo percibe las comprobaciones que actualmente realiza si es que lo hace del diseño de losas aligeradas y escaleras durante y/o en el lugar de la ejecución de la obra?         | 10 | 3.00  | 0.00                | 0.00     |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                          |    |             |             |             |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------|-------------|-------------|
| PE14            | ¿Qué tan amigable le parece el actual sistema de cálculo de losas aligeradas y escaleras?                                                                                                                                                | 10 | 3.00        | 0.00        | 0.00        |
| PE15            | ¿En qué medida el sistema actual que utiliza le ayuda a agilizar el diseño de losas aligeradas y escaleras?                                                                                                                              | 10 | 3.00        | 0.00        | 0.00        |
| PE16            | ¿El sistema actual que utilizas le permite llevar comprobaciones del diseño en las escaleras durante y/o en el lugar de la ejecución de la obra?                                                                                         | 10 | 3.00        | 0.00        | 0.00        |
| PE17            | ¿Cómo evalúa el sistema actual que utiliza en los reportes que necesita?                                                                                                                                                                 | 10 | 3.70        | 0.48        | 0.23        |
| PE18            | ¿Cómo evalúa las memorias de cálculo en losas aligeradas y escaleras con el sistema actual que utiliza?                                                                                                                                  | 10 | 3.00        | 0.00        | 0.00        |
| PE19            | ¿Cómo califica ud. la contribución de los indicadores que se generan por el sistema de información?                                                                                                                                      | 10 | 3.00        | 0.00        | 0.00        |
| PE20            | ¿Qué valoración da ud. al actual sistema en cuanto al tiempo de ejecución y comprobaciones de memorias de cálculo (realizada por parte de los Supervisores, asistentes, residentes, formuladores y evaluadores de expedientes técnicos)? | 10 | 3.00        | 0.00        | 0.00        |
| <b>PROMEDIO</b> |                                                                                                                                                                                                                                          |    | <b>3.38</b> | <b>0.35</b> | <b>0.26</b> |

**Cuadro 5.1 : Resultados de la estadística descriptiva del Pre Test**

En el cuadro anterior se muestra que en la etapa pre test al momento de aplicarse el instrumento de recolección de datos, se obtiene una media de 3.38 y de acuerdo a la escala de Likert se encuentra en el intervalo [Regular, Bueno].

## 5.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS POST TEST

| N°              | Preguntas                                                                                                                                                                                                                                                        | n  | Media       | Desviación estándar | Varianza    |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------|---------------------|-------------|
| PE01            | ¿El tiempo para presentar la memoria de cálculo de losas aligeradas y escaleras en sus proyectos realizados es?                                                                                                                                                  | 10 | 4.10        | 0.32                | 0.10        |
| PE02            | ¿Cómo evalúa la elaboración y revisión de memoria de cálculo de losas y escaleras en la especialidad de estructuras de sus proyectos con el sistema propuesto?                                                                                                   | 10 | 4.70        | 0.67                | 0.46        |
| PE03            | ¿El tiempo para la elaboración de la envolvente de diseño generado por las alternancias de cargas en losas aligeradas, con la instalación del sistema en su calculadora es?                                                                                      | 10 | 4.10        | 0.32                | 0.10        |
| PE04            | ¿El tiempo el cálculo de corte de acero en losas aligeradas teniendo en cuenta el diagrama de envolvente en momento flector, con la instalación del sistema en su calculadora es?                                                                                | 10 | 3.90        | 0.32                | 0.10        |
| PE05            | ¿El análisis y comprobaciones del diseño en las losas aligeradas y escaleras durante y/o en el lugar de la ejecución de la obra, con la instalación del sistema en su calculadora es?                                                                            | 10 | 4.70        | 0.48                | 0.23        |
| PE06            | ¿Qué evaluación le da Ud. el sistema propuesto para el cálculo de losas aligeradas?                                                                                                                                                                              | 10 | 4.60        | 0.52                | 0.27        |
| PE07            | ¿Qué evaluación le da Ud. el sistema propuesto para el cálculo de escaleras?                                                                                                                                                                                     | 10 | 4.70        | 0.48                | 0.23        |
| PE08            | ¿Qué tan amigable le parece la interface del sistema propuesto para el cálculo de losas aligeradas y escaleras?                                                                                                                                                  | 10 | 4.70        | 0.48                | 0.23        |
| PE09            | ¿En qué medida el sistema propuesto le ayuda a agilizar las comprobaciones el diseño de losas aligeradas y escaleras en el mismo lugar de la obra?                                                                                                               | 10 | 4.40        | 0.84                | 0.71        |
| PE10            | ¿Cómo evalúa el sistema propuesto al momento de generar los reportes que necesita?                                                                                                                                                                               | 10 | 4.80        | 0.42                | 0.18        |
| PE11            | ¿Cómo califica Ud. la contribución detallada en los cálculos metrado de cargas, estado de cargas, envolvente de momento y cortantes, diseño por flexión, distancia para el cortado de acero, diseño por cortante, etc., que se generan con el sistema propuesto? | 10 | 4.50        | 0.71                | 0.50        |
| PE12            | ¿Qué valoración general le da Ud. al sistema propuesto como Supervisor, Asistente, Residente, Formador y Evaluador de Expedientes Técnicos?                                                                                                                      | 10 | 4.70        | 0.48                | 0.23        |
| <b>PROMEDIO</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                  |    | <b>4.49</b> | <b>0.50</b>         | <b>0.28</b> |

**Cuadro 5.2 : Resultados de la estadística descriptiva del Post Test**

En la tabla anterior se muestra que en la etapa post test al momento de aplicarse el instrumento de recolección de datos, se obtiene una media de 4.49 y de acuerdo a la escala de Likert se encuentra en el intervalo [Bueno, Muy bueno].

### 5.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 5.3.1 FORMULACIÓN DE CUADRO DE VALORES DE INDICADORES

La contrastación de la hipótesis se realiza de acuerdo al diseño de investigación, el cual es conocido también como Pre –Test y Post – Test, que se representa mediante la siguiente simbología:

$$M: O_1 \rightarrow x \rightarrow O_2$$

Donde:

- O1: Análisis de los resultados antes de implementar el sistema para el cálculo de elementos estructurales de losa aligerada y escalera (Pre – Prueba).
- X: Aplicación del sistema (software).
- O2: Análisis de los resultados después de implementar el sistema de información de losa aligerada y escaleras (Post – Prueba).

#### 5.3.2 SUPUESTOS DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

1. Para la prueba de hipótesis seleccionamos por conveniencia los datos muestrales de nuestra población, que es de 10, correspondientes a Supervisores, asistentes, residentes, formuladores y evaluador de expedientes técnicos.

2.  $u_1$  significa el nivel promedio de eficiencia en el diseño de elementos estructurales de losa aligerada y escaleras antes de la implementación del sistema.
3.  $u_2$  significa el nivel promedio de eficiencia en el diseño de elementos estructurales de losa aligerada y escaleras después de la implementación del sistema propuesto.
4. La hipótesis nula  $H_0$  se cumplirá siempre y cuando:  $u_1 = u_2$ , el cual nos indica que no existe diferencia significativa.
5. La hipótesis alterna  $H_a$  se cumplirá siempre y cuando  $u_1 \neq u_2$ , el cual nos indica que si existe diferencia significativa.
6. Se utilizó el 95% del nivel de confiabilidad y 5% del nivel de significancia.

### 5.3.3 CÁLCULO DEL VALOR CRÍTICO Y FUNCIÓN PRUEBA

Después de analizar las diferencias entre los indicadores en Pre-Test ( $u_1$ ) y Post-Test ( $u_2$ ), se concluye que hay una mejora después de implementar el sistema de información.

#### Hipótesis estadística

$$H_0: u_1 = u_2$$

$$H_1: u_1 \neq u_2$$

#### Cálculo del valor crítico o valor en tabla de la “T” Student

$$Gl = n_1 + n_2 - 2$$

$$Tt (0.95)_{(30)} = 2.042$$

$$Tt = 2.042$$

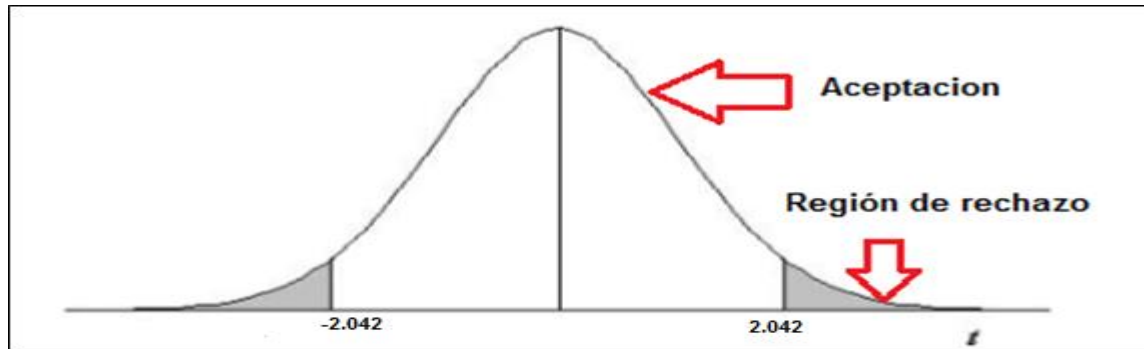


Imagen 5.1 : Regiones de aceptación y rechazo

### Valor experimental

$$t = \frac{X1 - X2}{\sqrt{\frac{(n1 - 1)S_1^2 + (n2 - 1)S_2^2}{n1 + n2 - 2} \left[ \frac{n1 + n2}{n1 \cdot n2} \right]}}$$

$$t = 16.85$$

Por lo tanto como el  $t_{\text{experimental}}$  se encuentra en la zona de rechazo, entonces se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternante, es decir existe diferencia significativa con la implementación del sistema.

## CONCLUSIONES

1. Se elaboró el análisis e implementación de las aplicaciones DOVASLO y DOVASESC utilizando el lenguaje de programación LUA de la calculadora TI-Nspire CX CAS para verificar el diseño y la distribución de acero de la losa aligerada (1 dirección) y escalera en los proyectos a nivel de pre inversión e inversión, teniendo en consideración las especificaciones vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-010 Madera, E-020 Cargas, E-030 Sismo resistente, E-060 Concreto Armado, así como las recomendaciones de la Norma ACI 318-14.
2. El sistema permite dar mecanismos de validación, como el registro del código ID de la calculadora y así poder acceder al sistema.
3. El sistema permite verificar las dimensiones y la distribución de acero de losas aligeradas (1 dirección) y escaleras directamente en el lugar de ejecución del proyecto.
4. El sistema o programa específico van encaminados a colaborar con las labores académicas de los cursos de concreto armado y estructuras y con la validación realizada se determinó que el programa cumple con su objetivo principal, ya que los porcentajes de error no son significativos.
5. El tiempo promedio en los cálculos en el pre test es mayor que en el post test, ello permite comparar el diseño obtenido con los programas convencionales creados con otro software comercial que funcionan en computadoras.
6. Después de analizar las diferencias entre los indicadores de escala licker en Pre-Test ( $u_1$ ) y Post-Test ( $u_2$ ), se concluye que hay una mejora después de

implementar el sistema de información en el análisis de elementos estructurales de edificaciones como es de losa aligerada y escalera.

7. Finalmente se concluye que la hipótesis planteada es aceptada, queda demostrado que el “Diseño e Implementación de un Sistema Aplicando el Lenguaje de Programación Lua para el Análisis de Elementos Estructurales en Edificaciones”, constituye una alternativa de solución al problema planteado, con un nivel de confiabilidad del 95% y con un nivel de significancia del 5%.

## **SUGERENCIAS**

- 1.** Se le recomienda al usuario del sistema, cumplir con las exigencias de los Reglamentos y no basarse en variaciones mínimas que conlleva no cumplir con la norma.
- 2.** Verificar los resultados obtenidos en los cálculos guarden concordancia con lo expresado en los planos.
- 3.** La programación de software es de mucha importancia en la optimización de tiempo y recursos humano para la elaboración y revisión de expedientes técnicos, de manera que se recomienda difundir las experiencias vertidas en esta investigación.
- 4.** Debe existir más compromiso, responsabilidad y cultura de calcular de parte de los ingenieros civiles, para así obtener expedientes técnicos y ejecuciones de manera correcta, asimismo la elaboración de cada expediente tiene que ser autentico para así evitar errores en la información proporcionadas en los mismos.
- 5.** Dar mantenimiento al sistema de información en periodos de 6 meses con la finalidad de mantener el sistema actualizado para prevenir posibles fallas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ESTRADA VILLANUEVA**, Aldo Gines, 2000. Propuesta de Modelo de Análisis Dinámico para Estructuras de Albañilería Confinada con Unidades de Ladrillos de Arcilla Cocida; Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil; UNHEVAL – Huánuco.
2. **AGUIRRE GASPAS**, Dionisia Rosa, 2004, Evaluación de las características estructurales y de albañilería producida con unidades fabricadas en la Región Central Junín, Tesis para optar el grado Académico de Magister en ingeniería Civil, PUCP – Lima.
3. **BOOCH, Grady; RUMBAUCH, Jim; JACOBSON Ivar**. “Proceso Unificado Rational”, 1999.
4. **HERNÁNDEZ SAMPIERI**, Roberto y colaboradores Metodología de la investigación. Quinta edición 2010. Editorial MC Graw Hill.
5. **HERNANDEZ, FERNÁNDEZ y BAPTISTA**, “Metodologia de la Investigacion Científica”, Mc Graw Hill, México, 2006.
6. Manual de Referencia de Lua 5.1, por Roberto Ierusalimsky, Luiz Henrique de Figueiredo, Waldemar Celes (Traducción de Julio Manuel Fernández-Díaz; véanse las notas sobre la misma al final del documento.)

### BIBLIOGRAFIA ELECTRONICA

<http://www.construaprende.com/>

<http://civilgeeks.com/2011/11/17/trabajos-de-ingenieria-sismoresistente-i/>

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TITULO: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA APLICANDO EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN LUA PARA EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES”

| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | HIPOTESIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | VARIABLES                                                                                                                                                                                                                    | INDICADORES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | INSTRUMENTO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | METODOLOGIA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿En qué medida la creación de un sistema será útil en el análisis de elementos estructurales existentes en una edificación en el campo?</p> <p><b>FORMULACIÓN DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿La implementación de una aplicación será posible utilizando el lenguaje de programación LUA de la calculadora TI-Nspire CX CAS?</li> <li>• ¿El uso de un software especializado podrá poder detectar problemas en el diseño de losas aligeradas y escaleras estando en campo?</li> <li>• ¿El tiempo empleado en los cálculos de losas aligeradas (1 dirección) y escaleras serán optimizados con el uso de aplicaciones especializadas en las mismas?</li> <li>• ¿Qué similitud existen con los resultados obtenidos con el software comercial que funcionan en computadoras y con el recurso tiempo?</li> </ul> | <p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Diseñar un sistema para el análisis de elementos estructurales existentes en una edificación.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar una aplicación utilizando el lenguaje de programación LUA de la calculadora TI-Nspire CX CAS.</li> <li>• Verificar si es posible obtener el diseño y la distribución de acero de la losa aligerada directamente en el lugar de ejecución del proyecto.</li> <li>• Verificar las dimensiones y tiempo en la distribución de acero de la losa aligerada (1 dirección) y escaleras directamente en el lugar de ejecución del proyecto.</li> <li>• Comparar diseños obtenidos con los programas creados con otro software comercial que funcionan en computadoras.</li> </ul> | <p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>“El diseño de una aplicación con el lenguaje LUA, permite el análisis de elementos estructurales en una edificación”</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “La implementación de una aplicación se logrará utilizando el lenguaje de programación LUA de la calculadora TI-Nspire CX CAS.”</li> <li>• “Con la portabilidad de la calculadora es posible obtener el diseño de la losa aligerada (1 sentido) y escalera directamente en el lugar de ejecución del proyecto”.</li> <li>• “El tiempo empleado en realizar los cálculos en los programas de la calculadora TI-Nspire CX CAS serán menores que realizarlos con software de computadora.”</li> <li>• “Los resultados obtenidos con los programas creados son parecidos a los que se logran usando los software comerciales que funcionan en computadoras”.</li> </ul> | <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Diseño e implementación de un sistema aplicando el lenguaje de programación LUA.</p> <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Análisis de elementos estructurales en edificaciones.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcional</li> <li>• Transportable.</li> <li>• Eficiencia</li> <li>• Efectividad</li> <li>• Normas E-060, E-070, E-030</li> <li>• Irregularidad constructiva</li> <li>• Fiabilidad estructural</li> <li>• Capacidad Portante</li> <li>• Dimensiones</li> <li>• Características</li> <li>• Especificaciones Técnicas</li> <li>• Productividad</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario</li> <li>• Pe test y post test.</li> <li>• Guía de observación, ficha de registro de expedientes, ficha de seguimiento, formato de control.</li> </ul> <p>•f'c</p> <p>•fy</p> <p>•f'b</p> <p>•fm</p> <p>•σ1</p> <p>•Df</p> <p>•Resistencia:</p> <p>Buena, Regular, Mala</p> | <p><b>TIPO DE INVESTIGACION</b></p> <p>. El enfoque de la investigación es Aplicada tecnológico, de tipo híbrido o mixto (Cuantitativo y Cualitativo).</p> <p><b>Nivel de Investigacion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptiva. Comprende el proceso de identificación, descripción, caracterización de los análisis de losas y escaleras.</li> <li>• Analítico. Los diferentes tópicos y fuentes serán analizados ampliamente mediante sus correspondientes variables, los mismos que nos permitirán llegar a conclusiones valiosas. Para el desarrollo del software del proyecto se utilizara el lenguaje de programación LUA de la calculadora TI-Nspire CX CAS.</li> </ul> <p><b>Población</b></p> <p>La población será referencial y estará constituido por los expedientes y obras públicas de la Provincia de Coronel Portillo, identificadas en total 40 registradas en el Gobierno regional..</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Por la característica del proyecto, el muestreo es no probabilístico, o intencional a juicio de valor o conveniencia, es decir se tomará como muestra o unidad de experimentación 03 obras en ejecución.</p> <p>Diseño estadístico de prueba:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>O: M<sub>1</sub> ----- X ----- M<sub>2</sub></p> </div> |

# ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI  
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Código de encuesta: \_\_\_\_\_  
Código del encuestador \_\_\_\_\_  
N° de encuesta: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## PARA EL PRE TEST O PRUEBA DE ENTRADA

### ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DEL ÁREA DE INFRAESTRUCTURA (SUPERVISORES DE OBRA, RESIDENTES, ASISTENTES, FORMULADORES Y EVALUADORES DE EXPEDIENTES TECNICOS)

**INSTRUCCIONES:** La presente encuesta tiene por objetivo conocer la percepción que tienen los ingenieros sobre el **sistema actual** que utilizan en el diseño y análisis de elementos estructurales (losas aligeradas y escaleras) en una edificación en la ciudad de Pucallpa.

Por favor sírvase a contestar las siguientes preguntas, marcando con un aspa o según sea el caso:

#### A. INFORMACIÓN GENERAL

##### PG1: INFORMACIÓN BÁSICA DE LA INSTITUCION

1. Nombre de la empresa y/o Institución: \_\_\_\_\_
2. Sector que corresponde: \_\_\_\_\_
3. Área: \_\_\_\_\_
4. Persona Entrevistada: \_\_\_\_\_
5. Cargo que desempeña:  
Supervisor ( )                      Residente ( )                      Asistente ( )  
Formulador de proyecto ( )                      Evaluador ( ) Otros: \_\_\_\_\_

##### PG2: Sexo:

- 1). Masculino ( )
- 2). Femenino ( )

##### PG3: Edad

- 1) De 20 a 40 años ( )
- 2) De 40 a 60 años ( )
- 3) Más de 60 años ( )

## B. PREGUNTAS ESPECÍFICAS

**Instrucciones:** Escriba el puntaje que Ud. crea conveniente, teniendo en cuenta la descripción del siguiente cuadro:

| ESCALA                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                   |                             |                |                    |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------|---|---|
| 1                                                                                                                                                     | 2                                                                                                                                                                                 | 3                           | 4              | 5                  |   |   |
| Muy poco                                                                                                                                              | Poco                                                                                                                                                                              | Regularmente (intermitente) | Frecuentemente | Muy frecuentemente |   |   |
| <b>“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA APLICANDO EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN LUA PARA EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES”</b> |                                                                                                                                                                                   |                             |                |                    |   |   |
| N°                                                                                                                                                    | Preguntas                                                                                                                                                                         | Alternativas (Escala)       |                |                    |   |   |
|                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                   | 1                           | 2              | 3                  | 4 | 5 |
| PE01                                                                                                                                                  | ¿Qué tan a menudo presenta memoria de cálculo de losas aligeradas en sus proyectos realizados?                                                                                    |                             |                |                    |   |   |
| PE02                                                                                                                                                  | ¿Qué tan a menudo presenta memoria de cálculo de escaleras en sus proyectos realizados?                                                                                           |                             |                |                    |   |   |
| PE03                                                                                                                                                  | ¿Le toma mucho tiempo la realización del cálculo así como la memoria de cálculo en losas aligeradas?                                                                              |                             |                |                    |   |   |
| PE04                                                                                                                                                  | ¿Le toma mucho tiempo la elaboración de la envolvente de diseño generado por las alternancias de cargas en losas aligeradas?                                                      |                             |                |                    |   |   |
| PE05                                                                                                                                                  | ¿Le toma mucho tiempo el cálculo de corte de acero en losas aligeradas teniendo en cuenta el diagrama de envolvente en momento flector?                                           |                             |                |                    |   |   |
| PE06                                                                                                                                                  | ¿Le toma mucho tiempo la realización del cálculo así como la memoria de cálculo en escaleras?                                                                                     |                             |                |                    |   |   |
| PE07                                                                                                                                                  | ¿Realiza comprobaciones del diseño en las losas aligeradas durante y/o en el lugar de la ejecución de la obra?                                                                    |                             |                |                    |   |   |
| PE08                                                                                                                                                  | ¿Realiza comprobaciones del diseño en las escaleras durante y/o en el lugar de la ejecución de la obra?                                                                           |                             |                |                    |   |   |
| PE09                                                                                                                                                  | ¿En su vida profesional, que tan frecuente hace el uso de una calculadora?                                                                                                        |                             |                |                    |   |   |
| PE10                                                                                                                                                  | ¿En su vida profesional hace uso de algún software instalado en su calculadora para el cálculo de elementos estructurales, aparte de un software convencional instalado en su PC? |                             |                |                    |   |   |

| 1                                                                                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                        | 3            | 4     | 5         |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------|-----------|---|---|
| Muy malo                                                                                                                                       | Malo                                                                                                                                                                                                                                     | Regular      | Bueno | Muy bueno |   |   |
| “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA APLICANDO EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN LUA PARA EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES” |                                                                                                                                                                                                                                          |              |       |           |   |   |
| Nº                                                                                                                                             | Preguntas                                                                                                                                                                                                                                | Alternativas |       |           |   |   |
|                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                          | 1            | 2     | 3         | 4 | 5 |
| PE11                                                                                                                                           | ¿Cómo evalúa Ud. el actual sistema que utiliza para el cálculo de losas aligeradas?                                                                                                                                                      |              |       |           |   |   |
| PE12                                                                                                                                           | ¿Cómo evalúa Ud. el actual sistema que utiliza para el cálculo de escaleras?                                                                                                                                                             |              |       |           |   |   |
| PE13                                                                                                                                           | ¿Cómo percibe las comprobaciones que actualmente realiza si es que lo hace del diseño de losas aligeradas y escaleras durante y/o en el lugar de la ejecución de la obra?                                                                |              |       |           |   |   |
| PE14                                                                                                                                           | ¿Qué tan amigable le parece el actual sistema de cálculo de losas aligeradas y escaleras?                                                                                                                                                |              |       |           |   |   |
| PE15                                                                                                                                           | ¿En qué medida el sistema actual que utiliza le ayuda a agilizar el diseño de losas aligeradas y escaleras?                                                                                                                              |              |       |           |   |   |
| PE16                                                                                                                                           | ¿El sistema actual que utilizas le permite llevar comprobaciones del diseño en las escaleras durante y/o en el lugar de la ejecución de la obra?                                                                                         |              |       |           |   |   |
| PE17                                                                                                                                           | ¿Cómo evalúa el sistema actual que utiliza en los reportes que necesita?                                                                                                                                                                 |              |       |           |   |   |
| PE18                                                                                                                                           | ¿Cómo evalúa las memorias de cálculo en losas aligeradas y escaleras con el sistema actual que utiliza?                                                                                                                                  |              |       |           |   |   |
| PE19                                                                                                                                           | ¿Cómo califica ud. la contribución de los indicadores que se generan por el sistema de información?                                                                                                                                      |              |       |           |   |   |
| PE20                                                                                                                                           | ¿Qué valoración da ud. al actual sistema en cuanto al tiempo de ejecución y comprobaciones de memorias de cálculo (realizada por parte de los Supervisores, asistentes, residentes, formuladores y evaluadores de expedientes técnicos)? |              |       |           |   |   |

**SE LE AGRADECE POR SU VALIOSA COLABORACIÓN.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

Código de encuesta: \_\_\_\_\_  
Código del encuestador \_\_\_\_\_  
N° de encuesta: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**PARA EL POS TEST O PRUEBA DE SALIDA**

**ENCUESTA DIRIGIDA AL PERSONAL DEL ÁREA DE INFRAESTRUCTURA  
(SUPERVISORES DE OBRA, RESIDENTES, ASISTENTES, FORMULADORES Y  
EVALUADORES DE EXPEDIENTES TECNICOS)**

**INSTRUCCIONES:** La presente encuesta tiene por objetivo conocer la percepción que tienen los ingenieros sobre el **sistema propuesto** para el cálculo de elementos estructurales (losas aligeradas y escaleras) en una edificación en la ciudad de Pucallpa.

Por favor sírvase a contestar las siguientes preguntas, marcando con un aspa o según sea el caso:

**A. INFORMACIÓN GENERAL**

**PG1: INFORMACIÓN BÁSICA DE LA INSTITUCION**

1. Nombre de la empresa y/o Institución: \_\_\_\_\_
2. Sector que corresponde: \_\_\_\_\_
3. Área: \_\_\_\_\_
4. Persona Entrevistada: \_\_\_\_\_
5. Cargo que desempeña:  
Supervisor (    )                      Residente (    )                      Asistente (    )  
Formulador de proyecto (    )                      Evaluador (    ) Otros: \_\_\_\_\_

**PG2: Sexo:**

- 1). Masculino                      (    )
- 2). Femenino                      (    )

**PG3: Edad**

- 4) De 20 a 40 años ( )
- 5) De 40 a 60 años ( )
- 6) Más de 60 años ( )

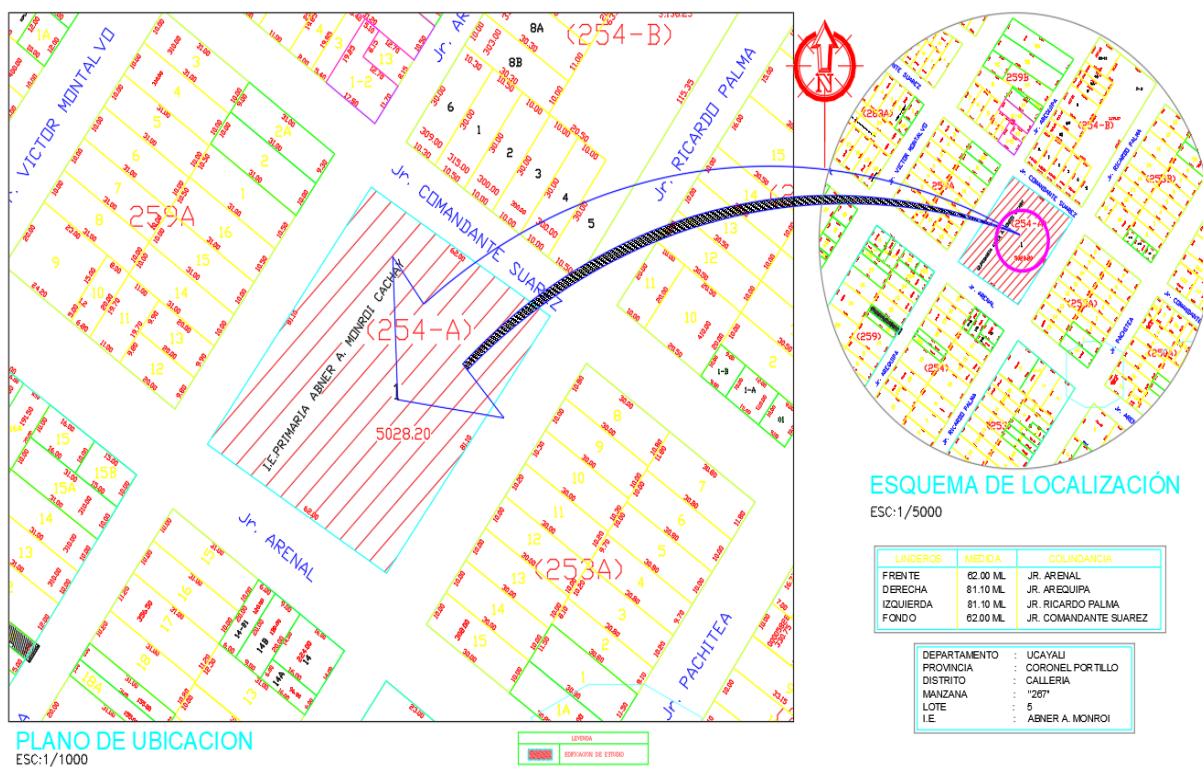
## B. PREGUNTAS ESPECÍFICAS

**Instrucciones:** Escriba el puntaje que Ud. crea conveniente, teniendo en cuenta la descripción del siguiente cuadro:

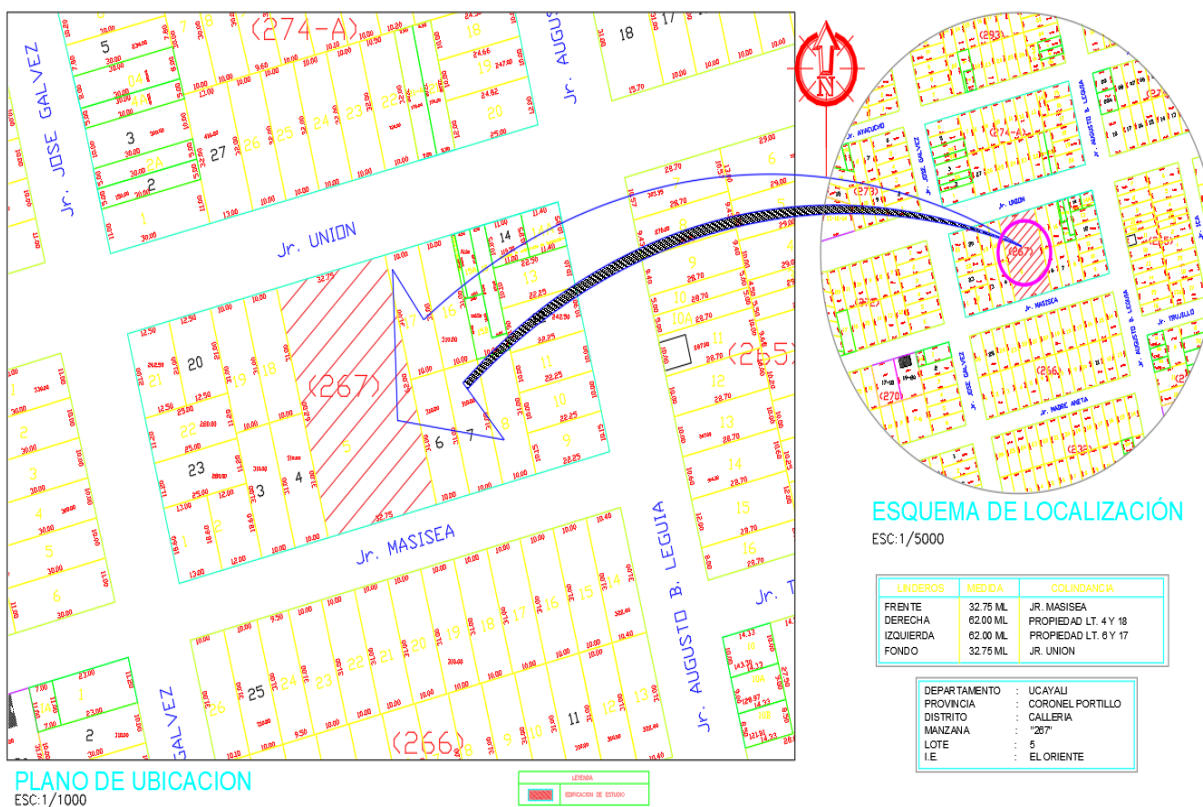
| ESCALA                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                       |                       |       |           |   |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|-----------|---|---|
| 1                                                                                                                                              | 2                                                                                                                                                                                     | 3                     | 4     | 5         |   |   |
| Muy malo                                                                                                                                       | Malo                                                                                                                                                                                  | Regular               | Bueno | Muy bueno |   |   |
| “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA APLICANDO EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN LUA PARA EL ANÁLISIS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES” |                                                                                                                                                                                       |                       |       |           |   |   |
| Nº                                                                                                                                             | Preguntas                                                                                                                                                                             | Alternativas (Escala) |       |           |   |   |
|                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                       | 1                     | 2     | 3         | 4 | 5 |
| PE01                                                                                                                                           | ¿El tiempo para presentar la memoria de cálculo de losas aligeradas y escaleras en sus proyectos realizados es?                                                                       |                       |       |           |   |   |
| PE02                                                                                                                                           | ¿Cómo evalúa la elaboración y revisión de memoria de cálculo de losas y escaleras en la especialidad de estructuras de sus proyectos con el sistema propuesto?                        |                       |       |           |   |   |
| PE03                                                                                                                                           | ¿El tiempo para la elaboración de la envolvente de diseño generado por las alternancias de cargas en losas aligeradas, con la instalación del sistema en su calculadora es?           |                       |       |           |   |   |
| PE04                                                                                                                                           | ¿El tiempo el cálculo de corte de acero en losas aligeradas teniendo en cuenta el diagrama de envolvente en momento flector, con la instalación del sistema en su calculadora es?     |                       |       |           |   |   |
| PE05                                                                                                                                           | ¿El análisis y comprobaciones del diseño en las losas aligeradas y escaleras durante y/o en el lugar de la ejecución de la obra, con la instalación del sistema en su calculadora es? |                       |       |           |   |   |
| PE06                                                                                                                                           | ¿Qué evaluación le da Ud. el sistema propuesto para el cálculo de losas aligeradas?                                                                                                   |                       |       |           |   |   |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |  |  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| <b>PE07</b> | ¿Qué evaluación le da Ud. el sistema propuesto para el cálculo de escaleras?                                                                                                                                                                                     |  |  |  |  |  |
| <b>PE08</b> | ¿Qué tan amigable le parece la interface del sistema propuesto para el cálculo de losas aligeradas y escaleras?                                                                                                                                                  |  |  |  |  |  |
| <b>PE09</b> | ¿En qué medida el sistema propuesto le ayuda a agilizar las comprobaciones el diseño de losas aligeradas y escaleras en el mismo lugar de la obra?                                                                                                               |  |  |  |  |  |
| <b>PE10</b> | ¿Cómo evalúa el sistema propuesto al momento de generar los reportes que necesita?                                                                                                                                                                               |  |  |  |  |  |
| <b>PE11</b> | ¿Cómo califica Ud. la contribución detallada en los cálculos metrado de cargas, estado de cargas, envolvente de momento y cortantes, diseño por flexión, distancia para el cortado de acero, diseño por cortante, etc., que se generan con el sistema propuesto? |  |  |  |  |  |
| <b>PE12</b> | ¿Qué valoración general le da Ud. al sistema propuesto como Supervisor, asistentes, residente, formulador y evaluador de expedientes técnicos?                                                                                                                   |  |  |  |  |  |

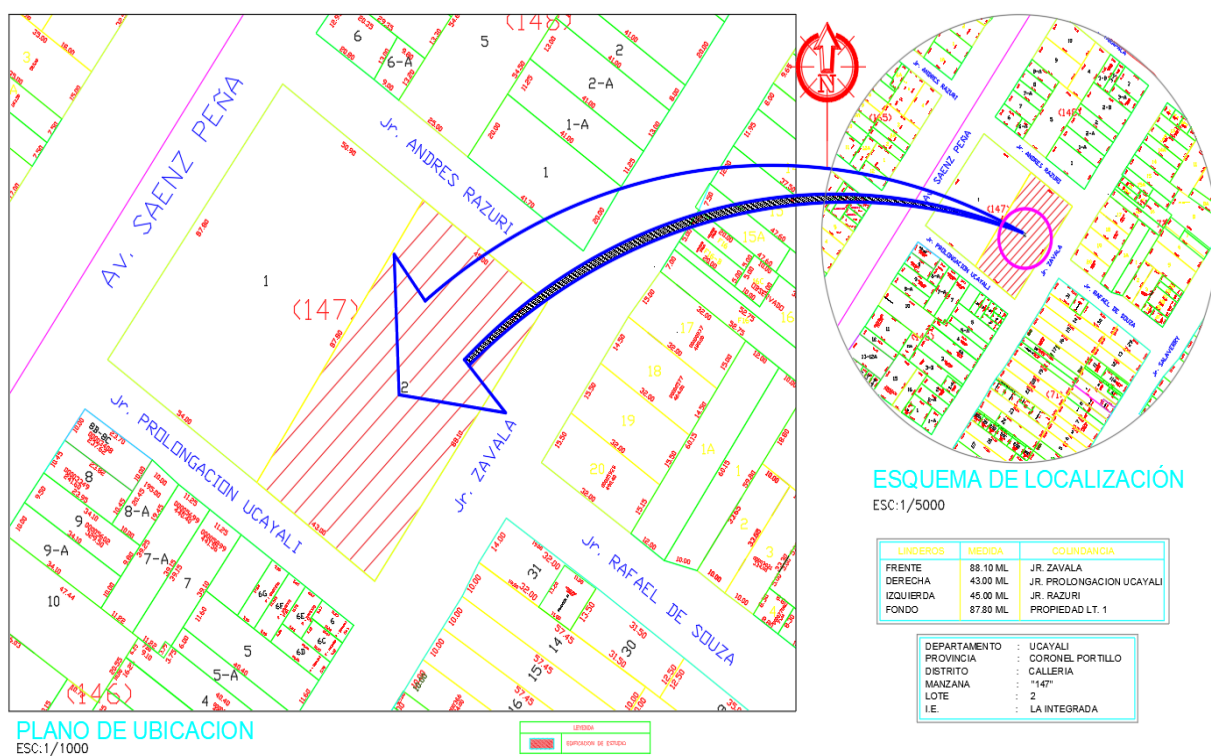
**SE LE AGRADECE POR SU VALIOSA COLABORACIÓN.**



### PLANO DE UBICACIÓN DE LA INSITUCION EDUCATIVA ABNER MONROY



### PLANO DE UBICACIÓN DE LA INSITUCION EDUCATIVA EL ORIENTE



## PLANO DE UBICACIÓN DE LA INSITUCION EDUCATIVA LA INTEGRADA



APLICANDO LAS ENCUESTAS A LOS USUARIOS DEL SOFTWARE.



**LOSA ALIGERADA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA ABNER MONROY**



**LOSA ALIGERADA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA ABNER MONROY**



**ESCALERA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA LA INTEGRADA**



**ESCALERA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA EL ORIENTE**