



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA  
DEL MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**

**Estuardo Roderico Cano Vielman**

Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, mayo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA  
DEL MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ESTUARDO RODERICO CANO VIELMAN**  
ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MAYO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| DECANO     | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos    |
| VOCAL I    | Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno |
| VOCAL II   | Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  |
| VOCAL III  | Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa |
| VOCAL IV   | Br. Walter Rafael Véliz Muñoz       |
| VOCAL V    | Br. Sergio Alejandro Donis Soto     |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez     |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|             |   |
|-------------|---|
| DECANO      | Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos        |
| EXAMINADORA | Inga. Mayra García Soria de Sierra      |
| EXAMINADOR  | Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco      |
| EXAMINADOR  | Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta |
| SECRETARIO  | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez         |

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA  
DEL MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 11 de febrero de 2011.

  
**Estuardo Roderico Cano Vielman**



Guatemala, 5 de octubre de 2013  
Ref.EPS.DOC.1284.11.13

Ing. Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Merck Cos.


Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Estuardo Roderico Cano Vielman** con carné No. **1711109**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Del Rosario Classon de Pinto  
Asesora-Supervisora de EPS  
Facultad de Ingeniería Civil  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo  
CDRSdP/ra



Guatemala,  
3 de octubre de 2013

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Estuardo Roderico Cano Vielman, quien contó con la asesoría del Inga. Christa Classon de Pinto.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

*Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua*





Guatemala, 19 de marzo de 2014

Ref.EPS.D.149.03.14

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Estuardo Roderico Cano Vielman**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa Del Rosario Classon de Pinto.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora - Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano  
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Estuardo Roderico Cano Vielman, titulado **DISEÑO DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2014

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua







El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA DEL MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARAMENTO DE SANTA ROSA**, presentado por el estudiante universitario: **Estuardo Roderico Cano Vielman** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, mayo de 2014

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Creador supremo que guió mis pasos e iluminó mi camino para alcanzar este nuevo triunfo.
- Mis padres** Gualberto Roderico Cano García (q.e.p.d), Clara Luz Vielman de Cano, con mucho amor y agradecimiento, por sus ejemplos y apoyo.
- Mi esposa** Silvia Florián de Cano, por tu comprensión y paciencia, por estar siempre a mi lado, te amo.
- Mis hijos** Josué Rodolfo, Pablo Estuardo y María Gabriela Cano Florián que este nuevo triunfo sea, una vez más, un esfuerzo dedicado a ustedes y un ejemplo a seguir. Los amo.
- Mis hermanos** Mario, Erick y Fredy Cano Vielman a quienes agradezco profundamente por los momentos de alegría, tristeza y convivencia, los llevo en mi corazón.
- Mis tíos y primos** Con mucho cariño, y en especial a mi tía mamá Judith Cano que ha sido una segunda madre.
- Mis amigos** Por esa amistad sincera y los gratos momentos de convivencia.

**Mi suegra, cuñadas  
y sobrinos**

Gracias por su aprecio y cariño

**Mi familia en general**

Que siempre me ha deseado lo mejor, gracias.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San Carlos de Guatemala** Por la oportunidad de los estudios superiores

**Facultad de Ingeniería** Por mi formación profesional

**Mis amigos de la Facultad** Por los momentos compartidos

**Ing. Manuel Arrivillaga** Por su insistencia y apoyo para poder culminar mi carrera, gracias por su amistad.

**Los profesionales** Cuya colaboración brindó la base en la elaboración del presente trabajo de graduación.

## ÍNDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....   | VII  |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....  | XI   |
| GLOSARIO .....   | XV   |
| RESUMEN.....   | XVII |
| OBJETIVOS.....   | XIX  |
| INTRODUCCIÓN .....   | XXI  |
| <br>   |      |
| 1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....   | 1    |
| 1.1. Monografía del municipio de Casillas, departamento de<br>Santa Rosa ..... | 1    |
| 1.1.1. Reseña histórica .....  | 1    |
| 1.1.2. Ubicación y localización .....  | 2    |
| 1.1.3. Límites y colindantes .....   | 3    |
| 1.1.4. Extensión .....   | 3    |
| 1.1.5. Clima.....  | 3    |
| 1.1.6. Población e idioma.....   | 4    |
| 1.1.7. Vías de acceso .....  | 4    |
| 1.1.8. Actividades productivas .....   | 4    |
| <br>   |      |
| 2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....                                   | 7    |
| 2.1. Descripción del proyecto .....  | 7    |
| 2.1.1. Estudio de suelos.....  | 7    |
| 2.1.2. Valor soporte de suelo .....  | 7    |
| 2.1.3. Descripción del espacio disponible .....                                | 11   |
| 2.1.4. Normas para el diseño de edificios educativos.....                      | 11   |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.2.   | Predimensionamiento de elementos estructurales.....  | 16 |
| 2.2.1. | Predimensionamiento de vigas.....  | 16 |
| 2.2.2. | Predimensionamiento de columnas.....   | 21 |
| 2.3.   | Cargas de diseño .....   | 27 |
| 2.3.1. | Cargas verticales.....   | 27 |
| 2.3.2. | Cargas laterales .....   | 28 |
| 2.3.3. | Cálculo de cargas verticales de la estructura .....  | 28 |
| 2.3.4. | Cálculo de cargas laterales en la estructura<br>(sismo) .....  | 31 |
| 2.3.5. | Distribución de cargas sísmicas por marco .....  | 36 |
| 2.3.6. | Combinaciones de carga.....  | 43 |
| 2.4.   | Análisis estructural .....   | 43 |
| 2.4.1. | Métodos aproximados de análisis .....  | 46 |
| 2.4.2. | Métodos exactos y paquetes de análisis<br>computacional.....   | 47 |
| 2.5.   | Diseño de elementos de hormigón armado.....  | 49 |
| 2.5.1. | Diseño de losas.....   | 49 |
| 2.5.2. | Diseño de vigas.....   | 54 |
| 2.5.3. | Diseño de columnas.....  | 57 |
| 2.5.4. | Diseño de vigas sísmicas.....  | 66 |
| 2.5.5. | Diseño de cimentación .....  | 68 |
| 2.5.6. | Diseño de escaleras .....  | 73 |
| 2.6.   | Diseño estructural del Instituto nacional de educación básica<br>del municipio de Casillas, departamento de Santa Rosa ..... | 78 |
| 2.6.1. | Descripción del proyecto .....   | 78 |
| 2.6.2. | Datos utilizados en el diseño.....   | 78 |
| 2.6.3. | Predimensionamiento de elementos estructurales ...   | 81 |
| 2.6.4. | Cálculo de elementos de hormigón armado .....  | 88 |
| 2.6.5. | Cálculo de losas .....   | 88 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| 2.6.6.  | Cálculo de cargas sobre estructura .....                                | 92  |
| 2.6.7.  | Análisis estructural .....  | 98  |
| 2.6.8.  | Cálculo de vigas .....  | 103 |
| 2.6.9.  | Cálculo de columnas.....  | 105 |
| 2.6.10. | Cálculo de cimentación.....   | 107 |
| 2.6.11. | Cálculo de escaleras.....   | 112 |
| 3.      | ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN .....                         | 115 |
| 3.1.    | Limpieza, chapeo y destronque .....                                     | 115 |
| 3.1.1.  | Generalidades .....   | 115 |
| 3.1.2.  | Remoción y eliminación de materiales.....                               | 115 |
| 3.1.3.  | Guardianía y bodega .....   | 116 |
| 3.1.4.  | Instalaciones y provisionales de agua y luz .....                       | 116 |
| 3.2.    | Movimientos de tierras y eliminación de estructuras<br>existentes ..... | 117 |
| 3.2.1.  | Generalidades .....   | 117 |
| 3.2.2.  | Terraplenes.....  | 118 |
| 3.3.    | Trazo y replanteo.....  | 118 |
| 3.3.1.  | Generalidades .....   | 118 |
| 3.3.2.  | Ejecución .....   | 119 |
| 3.4.    | Excavación estructural.....   | 119 |
| 3.4.1.  | Generalidades .....   | 119 |
| 3.4.2.  | Excavación de la cimentación.....                                       | 119 |
| 3.4.3.  | Relleno y compactación.....   | 120 |
| 3.5.    | Concreto reforzado .....  | 121 |
| 3.5.1.  | Generalidades .....   | 121 |
| 3.5.2.  | Tipos de concretos.....   | 121 |
| 3.5.3.  | Materiales .....  | 123 |
| 3.5.4.  | Dosificación y mezclas.....   | 124 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 3.5.5. | Encofrado y desencofrado.....  | 124 |
| 3.5.6. | Refuerzos .....  | 126 |
| 3.5.7. | Fundiciones .....  | 128 |
| 3.5.8. | Tolerancias.....   | 130 |
| 4.     | CIMENTACIÓN, ZAPATAS, SOLERAS DE AMARRE,<br>COLUMNAS,VIGAS Y LOSA..... | 133 |
| 4.1.   | Generalidades.....   | 133 |
| 4.2.   | Cimiento corrido .....   | 133 |
| 4.3.   | Zapatas .....  | 133 |
| 4.4.   | Soleras de amarre.....   | 134 |
| 4.5.   | Columnas y losas.....  | 134 |
| 5.     | MUROS Y TABIQUES .....   | 135 |
| 5.1.   | Generalidades.....   | 135 |
| 5.2.   | Muros de block.....  | 135 |
| 5.3.   | Tabiques.....  | 136 |
| 5.4.   | Morteros .....   | 137 |
| 5.5.   | Barandas de metal .....  | 137 |
| 6.     | ACABADOS .....   | 139 |
| 6.1.   | Generalidades.....   | 139 |
| 6.2.   | Picado .....   | 139 |
| 6.3.   | Ensabietado .....  | 139 |
| 6.4.   | Tallado .....  | 140 |
| 6.5.   | Repello más cernido.....   | 140 |
| 6.6.   | Alisado en columnas y vigas .....                                      | 140 |
| 6.7.   | Colocación de azulejo .....  | 141 |
| 6.8.   | Colocación de piso.....  | 142 |



|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 6.9.  | Base para piso de concreto .....                          | 142 |
| 6.10. | Piso de concreto en interior de edificio y banquetas..... | 143 |
| 6.11. | Puertas .....   | 144 |
| 6.12. | Puertas de hierro o metálicas .....                       | 144 |
| 6.13. | Cerraduras.....   | 145 |
| 6.14. | Ventanas de metal.....                                    | 146 |
| 7.    | INSTALACIÓN HIDRÁULICA.....                               | 151 |
| 7.1.  | Generalidades .....                                       | 151 |
| 7.2.  | Materiales para agua fría.....                            | 151 |
| 7.3.  | Válvulas .....  | 152 |
| 7.4.  | Tubería enterrada.....                                    | 153 |
| 7.5.  | Circuitos parciales .....                                 | 154 |
| 7.6.  | Circuito general.....                                     | 154 |
| 7.7.  | Lavado y desinfección de la tubería .....                 | 154 |
| 8.    | INSTALACIÓN SANITARIA.....                                | 157 |
| 8.1.  | Generalidades .....                                       | 157 |
| 8.2.  | Materiales de tubería de PVC.....                         | 158 |
| 8.3.  | Bajadas pluviales.....                                    | 159 |
| 8.4.  | Cajas .....   | 159 |
| 8.5.  | Artefactos y accesorios sanitarios .....                  | 160 |
| 9.    | PRESUPUESTO .....   | 163 |
| 9.1.  | Generalidades .....                                       | 163 |
|       | CONCLUSIONES .....  | 169 |
|       | RECOMENDACIONES.....                                      | 171 |
|       | BIBLIOGRAFÍA.....   | 173 |



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Requisitos geométricos de elementos a flexo compresión según RCDF .....                     | 21 |
| 2.  | Áreas tributarias de columnas.....  | 23 |
| 3.  | Requisitos geométricos de elementos sometidos a flexo compresión según RCDF .....           | 26 |
| 4.  | Área tributaria y ancho tributario para losa en un sentido .....                            | 29 |
| 5.  | Área tributaria y ancho tributario para losa en dos sentidos .....                          | 30 |
| 6.  | Distribución de carga basal en cada nivel.....  | 36 |
| 7.  | Cargas por torsión.....   | 41 |
| 8.  | Diagrama de interacción de columna.....   | 65 |
| 9.  | Viga sísmica.....   | 66 |
| 10. | Diagrama de fuerzas en zapata continua.....   | 68 |
| 11. | Interacción de esfuerzos de la zapata con respecto a las fuerzas resistivas internas.....   | 70 |
| 12. | Área de refuerzo transversal de zapata combinada.....                                       | 71 |
| 13. | Área escalón .....  | 75 |
| 14. | Modelo matemático de una viga empotrada en un extremo y apoyada en otro .....               | 76 |
| 15. | Detalles de armadura para escaleras con un apoyo empotrado y otro simplemente apoyado ..... | 77 |
| 16. | Planta estructural de piso típica .....   | 80 |
| 17. | Modelo matemático de la estructura en y-y .....   | 80 |
| 18. | Modelo matemático de la estructura en x-x .....   | 81 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 19. | Sección predimensionada de la viga .....               | 83  |
| 20. | Planta de losas típicas .....                          | 84  |
| 21. | Relación empírica de la sección de las columnas .....  | 85  |
| 22. | Área tributaria de columna crítica .....               | 85  |
| 23. | Modelo matemático, marco rígido sentido X.....         | 97  |
| 24. | Modelo matemático, marco rígido sentido Y.....         | 98  |
| 25. | Diagrama de cargas sobre la línea de cimentación ..... | 108 |
| 26. | Diagrama de cargas, corte y momento del sistema.....   | 110 |

## TABLAS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I.    | Tabla del ACI318-99 que considera de vigas en función $f'c$ y<br>acero grado 40 ..... | 18 |
| II.   | Tabla 9.5(a) del código ACI318-99.....  | 20 |
| III.  | Valores coeficiente Z.....  | 33 |
| IV.   | Valores coeficiente K.....  | 34 |
| V.    | Factores de carga especificados por algunos códigos.....                              | 43 |
| VI.   | Ecuaciones para el cálculo de acero por corte ( $A_{sc}$ ) en vigas...57              |    |
| VII.  | Predimensionamiento del peralte de las vigas .....                                    | 82 |
| VIII. | Integración de cargas sobre la columna.....   | 86 |
| IX.   | Sección de columnas .....   | 87 |
| X.    | Secciones de elementos .....  | 87 |
| XI.   | Sentidos en el que trabajan las losas.....  | 88 |
| XII.  | Integración de cargas verticales sobre la losa 1.....                                 | 88 |
| XIII. | Coeficientes para momentos en las losas por el método 3<br>de la ACI .....            | 89 |
| XIV.  | Momentos de las losas de terraza eje x-x .....  | 89 |
| XV.   | Balaceo de momentos de las losas de terraza eje x-x .....                             | 89 |
| XVI.  | Momentos de las losas de terraza eje y-y .....  | 90 |

|          |  |     |
|----------|--|-----|
| XVII.    | Balaceo de momentos de las losas de terraza eje y-y.....     | 90  |
| XVIII.   | As de momento resistente .....                               | 91  |
| XIX.     | Diseño armado final terraza.....                             | 91  |
| XX.      | Integración de cargas gravitacionales sobre el marco A ..... | 92  |
| XXI.     | Integración de cargas gravitacionales sobre el marco 5.....  | 93  |
| XXII.    | Fuerzas de sismo por nivel en x-x .....                      | 94  |
| XXIII.   | Fuerza de sismo por nivel en y-y .....                       | 95  |
| XXIV.    | Distribución de fuerzas de piso por marco.....               | 96  |
| XXV.     | Combinaciones de carga del ACI318-9 .....                    | 99  |
| XXVI.    | Envoltentes de momentos para vigas del primer nivel.....     | 100 |
| XXVII.   | Envoltentes de momentos para vigas del segundo nivel .....   | 101 |
| XXVIII.  | Envoltentes de momentos de columnas niveles 1 y 2 .....      | 102 |
| XXIX.    | Envoltentes de momentos zapatas críticas.....                | 103 |
| XXX.     | Envoltente de diseño viga 2, 1er nivel .....                 | 104 |
| XXXI.    | Cálculo de As en viga 2, 1er. nivel.....                     | 104 |
| XXXII.   | Armado de As en viga 2, 1er. nivel.....                      | 104 |
| XXXIII.  | Momentos de diseño en columna típica 1er. nivel.....         | 105 |
| XXXIV.   | Refuerzo de As, columna típica 1er. nivel .....              | 106 |
| XXXV.    | Refuerzo de As a corte, columna típica 1er. nivel.....       | 106 |
| XXXVI.   | Refuerzo de As, viga sísmica VA <sub>1-2</sub> .....         | 107 |
| XXXVII.  | Armado de As a corte, viga sísmica VA <sub>1-2</sub> .....   | 107 |
| XXXVIII. | $\sum M_A=0, X_{media}$ y $A_{zapata}$ .....                 | 108 |
| XXXIX.   | P <sub>s</sub> P <sub>c</sub> y resultantes C.G .....        | 109 |
| XL.      | Comprobación de presiones.....                               | 109 |
| XLI.     | Resultante del sistema con b = 1,60 m.....                   | 109 |
| XLII.    | Nueva comprobación de presiones .....                        | 109 |
| XLIII.   | Presiones actuante .....                                     | 110 |
| XLIV.    | Chequeo corte simple.....                                    | 111 |
| XLV.     | Chequeo corte punzante .....                                 | 111 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| XLVI.   | Refuerzo por flexión (As) .....                            | 111 |
| XLVII.  | Refuerzo por temperatura (Ast) .....                       | 111 |
| XLVIII. | Relaciones de comodidad que debe cumplir la escalera ..... | 112 |
| XLIX.   | Integración de carga muerta sobre la escalera .....        | 112 |
| L.      | Cálculo de momentos sobre la escalera .....                | 113 |
| LI.     | Cálculo de As, escaleras.....                              | 113 |
| LII.    | Chequeo de corte y cálculo de espaciamientos .....         | 113 |
| LIII.   | Armado de As en gradas.....                                | 113 |
| LIV.    | Presupuesto .....  | 164 |

## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b> | <b>Significado</b>                     |
|----------------|--|
| <b>B</b>       | Ancho de un elemento en sección        |
| <b>A</b>       | Área                                   |
| <b>As</b>      | Área de acero de refuerzo              |
| <b>Asmax</b>   | Área de acero máximo permitido         |
| <b>Asmin</b>   | Área de acero mínimo permitido         |
| <b>Astemp</b>  | Área de acero por temperatura          |
| <b>Av</b>      | Área de varilla de acero               |
| <b>Az</b>      | Área de zapata                         |
| <b>Ag</b>      | Área gruesa o área total de la sección |
| <b>Ap</b>      | Área punzante                          |
| <b>At</b>      | Área tributaria                        |
| <b>B</b>       | Base de zapata                         |
| <b>P</b>       | Carga                                  |
| <b>W</b>       | Carga                                  |
| <b>P'</b>      | Carga crítica que soporta la columna   |
| <b>CM</b>      | Carga muerta                           |
| <b>CMU</b>     | Carga muerta última                    |
| <b>CU</b>      | Carga última                           |
| <b>CV</b>      | Carga viva                             |
| <b>CVU</b>     | Carga viva última                      |
| <b>Cm</b>      | Centro de masa                         |
| <b>CR</b>      | Centro de rigidez                      |
| <b>PVC</b>     | Cloruro de polivinilo                  |

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>Cu</b>       | Coeficiente de cohesión del suelo                     |
| <b>CF</b>       | Coeficiente de fricción                               |
| <b>Ka</b>       | Coeficiente de fricción activa del suelo              |
| <b>Vu</b>       | Corte último  |
| <b>Dc</b>       | Desplante del cimiento                                |
| <b>D</b>        | Diámetro de la tubería                                |
| <b>E</b>        | Esbeltez de la columna                                |
| <b>S</b>        | Espaciamiento del acero de refuerzo                   |
| <b>e</b>        | Excentricidad   |
| <b>Nc</b>       | Factor de capacidad de carga debido a la cohesión     |
| <b>Nq</b>       | Factor de capacidad de carga debido a la sobre carga  |
| <b>Ny</b>       | Factor de capacidad de carga debido al peso del suelo |
| <b>Fcu</b>      | Factor de carga última                                |
| <b>F.S.</b>     | Factor de seguridad                                   |
| <b>Ff</b>       | Fuerza de fricción                                    |
| <b>Fni</b>      | Fuerza por nivel, en el nivel i                       |
| <b>FM</b>       | Fuerzas por marco                                     |
| <b>Ig</b>       | Inercia de la sección de un elemento                  |
| <b>Kg</b>       | Kilogramo   |
| <b>Kg/m</b>     | Kilogramo por metro                                   |
| <b>PSI</b>      | Libras por pulgada cuadrada                           |
| <b>Lo</b>       | Longitud de confinamiento de estribos                 |
| <b>L</b>        | Longitud del elemento                                 |
| <b>Lu</b>       | Longitud libre de pandeo de la columna                |
| <b>Ln</b>       | Longitud no soportada del estribo                     |
| <b>mts/seg.</b> | Metros por segundo                                    |
| <b>Es</b>       | Módulo de elasticidad del acero                       |



|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b><math>E_c</math></b>  | Módulo de elasticidad del concreto                      |
| <b><math>M</math></b>    | Momento   |
| <b><math>M(-)</math></b> | Momento negativo  |
| <b><math>M(+)</math></b> | Momento positivo  |
| <b><math>M_u</math></b>  | Momento último  |
| <b><math>d</math></b>    | Peralte efectivo del elemento                           |
| <b><math>H</math></b>    | Peralte total del elemento en sección                   |
| <b><math>H_f</math></b>  | Pérdida de carga debido a la fricción                   |
| <b><math>m</math></b>    | Relación entre los claros A y B de una losa rectangular |
| <b><math>F'_c</math></b> | Resistencia a la compresión del concreto                |
| <b><math>F_y</math></b>  | Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo         |
| <b><math>EI</math></b>   | Rigidez a la flexión del elemento a compresión          |
| <b><math>R</math></b>    | Rigidez de un elemento                                  |
| <b><math>q_o</math></b>  | Valor de esfuerzo límite                                |



## GLOSARIO

|                        |   |
|------------------------|---|
| <b>ACI</b>             | Instituto Americano del Concreto  |
| <b>Agregado</b>        | Material inerte, que se mezcla con cemento y agua para producir concreto.   |
| <b>Carga axial</b>     | Carga aplicada en el eje longitudinal de un elemento.   |
| <b>Carga muerta</b>    | Carga que permanece estática a través del tiempo.   |
| <b>Carga puntual</b>   | Carga aplicada en magnitud en un solo punto.  |
| <b>Carga viva</b>      | Carga que puede moverse a través del tiempo.  |
| <b>Concreto</b>        | Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla en proporciones determinadas de cemento, arena, pedrín y agua.         |
| <b>Cota de terreno</b> | Indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.  |
| <b>Deflexión</b>       | Deformación de los elementos estructurales que se presentan en forma de curvatura del eje longitudinal, al aplicárseles cargas. |
| <b>Esfuerzo</b>        | Fuerza por unidad de área.  |

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Estribo</b>       | Refuerzo de acero utilizado para resistir esfuerzos cortantes y de torsión en un elemento estructural.  |
| <b>Excentricidad</b> | Distancia comprendida entre el centro de la masa y el centro de rigidez de una estructura.  |
| <b>Mampostería</b>   | Es un sistema constructivo que se basa en los elementos que van unidos entre sí, por medio de una mezcla de arena y cemento, para soportar cargas que se le apliquen.   |
| <b>Momento</b>       | Producto de intensidad de una fuerza por la distancia perpendicular desde la línea de acción de la fuerza al eje de rotación.   |
| <b>Refuerzo</b>      | Material que consiste en acero estructural y se utiliza para aumentar el soporte estructural de los elementos de concreto reforzado.  |
| <b>Sabieta</b>       | Mezcla de cemento, arena y agua que es utilizada para el levantado de muros.  |
| <b>Topografía</b>    | Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tiene por objeto la representación gráfica de la superficie de la tierra, con las formas y detalles. Para eso se utiliza un sistema de coordenadas tridimensionales, siendo la X y la Y competencia de la planimetría y la Z de la altimetría. |

## **RESUMEN**

El presente documento contiene los resultados, conclusiones y recomendaciones derivadas del diseño arquitectónico y estructural del edificio del Instituto de Educación Básica en el municipio de Casillas, departamento de Santa Rosa; donde se realizaron visitas de campo e investigación para determinar las situaciones para poder realizar un edificio de dos niveles en el área.

En el municipio de Casillas se diseñó un edificio de dos niveles para el Instituto de Educación Básica y en cada planta tiene un salón para maestros, una bodega, servicios sanitarios para hombres y mujeres, una dirección, cinco aulas para 35 alumnos, una aula para 54 alumnos, una aula de computación para 33 alumnos y dos módulos de gradas.

El sistema estructural utilizado fue mediante marcos rígidos, diseñando los elementos estructurales que los componen: losas, vigas, columnas y zapatas.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar y calcular el anteproyecto del Instituto de Educación Básica de dos niveles para el municipio de Casillas, departamento de Santa Rosa.

### **Específicos**

1. Construir un edificio de dos niveles para que los alumnos de nivel medio del municipio de Casillas, puedan recibir una educación cómodamente en aulas limpias y con buena capacidad instalada.
2. Capacitar al personal técnico de la Oficina Municipal de Planificación en el uso e implementación de manuales y reglamentos de construcción de edificios escolares.
3. Implementar métodos adecuados de supervisión para las obras de construcciones municipales educativas
4. Capacitar la mano de obra no calificada de la Municipalidad.





## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación presenta el estudio y diseño del proyecto que beneficiará a las comunidades del municipio de Casillas, siendo este el diseño del edificio del Instituto de Educación Básica en el departamento de Santa Rosa.

Para el diseño del edificio de dos niveles se realizó el estudio de suelo respectivo para conocer la capacidad soporte del suelo donde se construirá. Se utilizó el sistema estructural por marcos rígidos, haciendo el análisis estructural por medio del programa del Método Matricial Elástico de Cálculo de Estructuras, así como el diseño de los elementos estructurales que lo componen: losas, vigas, columnas y zapatas. Posterior al diseño se presenta el presupuesto del proyecto, en el cual se refleja el valor económico de la obra.

También se realizó la elaboración de planos arquitectónicos como las plantas amuebladas, acotadas, elevaciones y fachadas. Como planos estructurales están: cimentaciones, losas, detalles de vigas, columnas y gradas, y los planos de instalaciones: plomería, drenajes y detalles de ventanas, puertas.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de Casillas, departamento de Santa Rosa**

El departamento de Santa Rosa, es descrito por los habitantes como: en la época prehispánica fueron los xincas, quienes ocuparon todo el territorio desde la costa del actual departamento hasta las montañas de Jalapa.

### **1.1.1. Reseña histórica**

El señorío xinca de Santa Rosa fue el más aguerrido y valiente durante la conquista española en el siglo XVI. El conquistador Pedro de Alvarado los tomó como esclavos para la reducción militar de Cuscatlán en la actual República de El Salvador. De este hecho se deriva el nombre del pueblo, el río y el puente Los Esclavos, en el municipio de Cuilapa. Hay testimonios que estos indígenas fueron los primeros esclavos formalmente asignados por los conquistadores en el paraje que actualmente lleva ese nombre.

Con la llegada de los europeos, los indígenas xincas de otras etnias originarias fueron extintos, y los habitantes españoles y criollos se asentaron en esas tierras fértiles. Por esta razón histórica, en la actualidad la población del departamento es de clara ascendencia mestiza y ladina vieja, con conexiones muy directas con los primeros hacendados y ganaderos hispanos. Sin embargo, actualmente en algunos municipios como Chiquimulilla y San Juan Tecuaco, existe una tendencia a la inmigración de habitantes de la República de El

Salvador. El municipio de Casillas pertenece al departamento de Santa Rosa de la República de Guatemala.

El departamento de Santa Rosa tiene una buena porción de costa sobre el océano Pacífico, en la cabecera departamental, Cuilapa se localiza el centro del continente americano, por eso se conoce con el nombre del Ombligo de América.

Casillas, como un pueblo antiguo aparece entre los estados de Guatemala que se repartieron para la administración de justicia por el sistema de jurados, conforme el Decreto del 27 de agosto de 1836. Con el nombre de Las Casillas, figura en el Decreto del Gobierno 08 de mayo de 1852, que creó el departamento de Santa Rosa. El 15 de julio de 1845, el municipio fue suprimido como tal y se anexó al de Santa Rosa, pero fue restablecido antes del mes de diciembre de 1904.

La religión católica predomina en la mayoría de la población, por lo cual, el templo católico se ubica en el centro del pueblo.

### **1.1.2. Ubicación y localización**

La carretera que conduce de la capital al municipio de Casillas, tiene una longitud de 81 kilómetros, está asfaltada y une desde Barberena los municipios de: Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa de Lima, Nueva Santa Rosa y Casillas.

### **1.1.3. Límites y colindantes**

Casillas es un municipio situado al noreste del departamento de Santa Rosa (Guatemala), la cabecera municipal es Casillas. Limita al norte con el municipio de Mataquescuintla, departamento de Jalapa; al sur con el municipio de Nueva Santa Rosa; al este con la cabecera municipal de Jutiapa, y al oeste con Santa Rosa de Lima.

La superficie que corresponde al municipio se conforma por ramales de la Sierra Madre, entre las montañas: El Bejucal, El Cañal, El Infiernillo, Las Ilusiones y San Crispín. Los cerros más importantes: Agudo, Ayarza, Corralitos, Don León, El Palmar, El Picacho, El Volcancito, Cacho de Chivo, Escorpión, La Muñeca, Loma China y otros.

### **1.1.4. Extensión**

Se encuentra a una altura de 1093 msnm, con un clima cálido-templado. Posee una extensión de 185 kilómetros cuadrados. En el territorio se localiza la laguna de Ayarza.

### **1.1.5. Clima**

La temperatura ambiente oscila entre 18 y 29 grados centígrados. El clima del municipio es templado, varía en los meses de noviembre a marzo de cada año durante los cuales soplan fuertes vientos. La precipitación pluvial es de 18 y 20 centilitros por año.

### **1.1.6. Población e idioma**

La población del municipio corresponde a 20 400 habitantes, al grupo étnico no indígena pertenece el 97,6 % de los habitantes , que equivale a 17 982 personas; el resto constituye grupo étnico diverso .

### **1.1.7. Vías de acceso**

Las principales carreteras que lo atraviesan son: carretera Panamericana CA-1 y la Internacional CA-2, así como la ruta nacional 22 a CA-8, que lo comunican con el resto del país. Cuenta con 197 km de carreteras de asfalto y 295 km de carreteras de terracería.

### **1.1.8. Actividades productivas**

En el departamento de Santa Rosa por el clima, tipos de suelo y la topografía del terreno, los habitantes siembran gran diversidad de cultivos anuales, permanentes o semipermanentes, encontrándose entre estos los cereales, hortalizas, árboles frutales, café, caña de azúcar, etc.

Además, por las cualidades con que cuenta el departamento, algunos de los habitantes poseen crianza de varias clases de ganado destacándose el vacuno y el porcino, dedicando parte de las tierras para el cultivo de diversos pastos que sirven de alimento a los mismos.

La existencia de bosques, ya sean estos naturales, de manejo integrado, mixtos, etc., compuestos de variadas especies arbóreas, arbustivas o rastreras dan al departamento un toque especial en el ecosistema y ambiente,

convirtiéndolo con esa gracia natural en uno de los lugares típicos para ser habitados por visitantes no solo nacionales, sino también extranjeros.





## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Descripción del proyecto**

En el proyecto del Diseño del Instituto Nacional de Educación Básica que pertenece al municipio de Casillas, departamento de Santa Rosa, los trabajos a realizar consisten en la edificación de 12 aulas para dar clases y 2 aulas de computación para los alumnos de educación básica en un área de 2 niveles, además de, dos direcciones, con corredores de por medio, servicios sanitarios de niños, niñas y maestros en ambos niveles, y amplias gradas de ingreso en el ala norte y en el ala sur.

#### **2.1.1. Estudio de suelos**

Es el estudio que permite conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad, así como el tipo de cimentación más acorde con la obra a construir y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a soportar.

#### **2.1.2. Valor soporte del suelo**

Los constructores han sido conscientes desde hace muchos siglos que las condiciones del terreno deberían ser consideradas para que las edificaciones no se asienten, inclinen o colapsen. La construcción antigua se realizaba con base en experiencia del constructor. Sin embargo, no fue sino hasta 1776, cuando Coulomb introdujo las teorías de presión de tierras, que se aplicaron a los métodos analíticos. En 1871, Mohr presentó una teoría de falla

para materiales idealmente plásticos, que en combinación con el trabajo de Coulomb produjo la expresión muy conocida de resistencia cortante de suelo  $\tau = c + \sigma \text{tg}$ .

La determinación de la calidad y tipo de suelo donde se construirá el edificio es de gran importancia, ya que sobre dicho edificio es donde recaerán todas las cargas originadas por la estructura.

Para conocer la calidad y tipo de suelo del lugar a construir, se extrajo una muestra inalterada de 1 pie<sup>3</sup>, a la cual se le realizó un ensayo de laboratorio (compresión triaxial), en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

El tipo de suelo examinado tiene partículas entre 0,0425 mm – 0,002 mm, ubicándolo en la clasificación de limo-arenoso, de color café.

Con los datos obtenidos del ensayo de compresión triaxial, por medio del método de capacidad soporte del Dr. Terzaghi se calcula el valor soporte del suelo.

#### Método de la Capacidad del Suelo Dr. Terzaghi

$$q_o = (0,45 \cdot \gamma_s \cdot B \cdot N_\gamma) + (1,3 \cdot C_u \cdot N_c) + (\gamma_s \cdot D \cdot N_q)$$

Donde:

$q_o$  = valor de esfuerzo límite.

$C_u$  = coeficiente de cohesión del suelo

$\Phi$  = ángulo de fricción interna

$N_c$  = factor de capacidad de carga debido a la cohesión

$\gamma_s$  = peso específico del suelo

$D_c$  = desplante del cimiento

$N_q$  = factor de capacidad de carga debido a la sobre carga

$B$  = base de la zapata

$N_\gamma$  = factor de capacidad de carga debido al peso del suelo

$F_s$  = factor de seguridad

Datos:

$$C_u = 3,6 \text{ T/m}^2$$

$$\Phi = 26,50^\circ$$

$$\gamma_s = 1,92 \text{ T/m}^3$$

$$D_c = 1,00 \text{ m}$$

$$B = 1,20 \text{ m}$$

$$F_s = 3$$

El primer paso es convertir el ángulo de fricción interna de grados a radianes

$$\Phi_{\text{rad}} = \Phi \cdot \pi / 180$$

$$\Phi_{\text{rad}} = 26,50 \cdot \pi / 180 = 0,46 \text{ rad.}$$

Calculando el factor de capacidad de carga debido a la sobre carga ( $N_q$ )

$$N_q = e^{((3/2)\pi - \Phi_{\text{rad}})} \cdot \tan \Phi / 2 \cos^2 \cdot (45 + \Phi / 2)$$

$$Nq = e((3/2)\pi - 0,46) \cdot \tan 26,50 / 2\cos^2 \cdot (45 + 26,50 / 2) = 7,48$$

Calculando el factor de capacidad de carga debido a la cohesión (Nc)

$$Nc = \cot \Phi \cdot (Nq - 1)$$

$$Nc = \cot 26,50^\circ \cdot (7,48 - 1) = 11,74$$

Calculando el factor de capacidad de carga debido al peso del suelo (N $\gamma$ )

$$N\gamma = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \Phi$$

$$N\gamma = 2 \cdot (7,48 + 1) \cdot \tan 26,50^\circ = 2,46$$

Calculando el valor de esfuerzo límite (q<sub>o</sub>)

$$q_o = (0,45 \cdot \gamma_s \cdot B \cdot N\gamma) + (1,3 \cdot C_u \cdot Nc) + (\gamma_s \cdot D_c \cdot Nq)$$

$$q_o = (0,45 \cdot 1,92 \cdot 1,20 \cdot 2,46) + (1,3 \cdot 3,6 \cdot 11,74) + (1,92 \cdot 1 \cdot 7,48) = 60,29$$

Calculando el valor soporte del suelo en estudio (V<sub>s</sub>)

$$V_s = q_o / F_s$$

$$V_s = 60,29 / 3$$

$$V_s = 20,09 \text{ T/m}^2$$

### **2.1.3. Descripción del espacio disponible**

Como se mencionó anteriormente, el edificio escolar de dos niveles, servirá para albergar a los alumnos de educación básica en el municipio de Casillas. Las dimensiones del terreno disponible son:

Largo: 50,00 metros (m)

Ancho: 20,00 metros (m)

Área 1 000 metros cuadrado (m<sup>2</sup>)

### **2.1.4. Normas para el diseño de edificios educativos**

En el Reglamento de Construcción de Edificios Escolares del Ministerio de Educación, se describen los criterios utilizados para espacios educativos, siendo los de Aula Teórica los que mejor se adaptan al diseño de este tipo de edificios.

Se denominan espacios educativos a la totalidad de espacios destinados al ejercicio de la educación, el cual se desarrolla por medio de diferentes actividades. Por tal razón, las características de los espacios educativos varían de acuerdo a los requerimientos pedagógicos de las distintas asignaturas.

En el reglamento se describen como espacios educativos característicos a los siguientes: aula teórica, aula unitaria, aula de proyecciones y la economía doméstica. Los criterios que se describen a continuación son los de aula teórica que son los más adecuados para este tipo de edificaciones y tienen como función proveer a los maestros y alumnos un espacio para desarrollar, en forma cómoda, las actividades del proceso enseñanza – aprendizaje.

Los criterios de aula teórica se detallan de forma general a continuación:

- La capacidad óptima en el área básica es de 30 alumnos, pero se permite un máximo de 40.
- El área óptima por alumno es de 1,50 m<sup>2</sup>, pero si el espacio no lo permite se acepta un mínimo de 1,30 m<sup>2</sup>.
- Para la superficie total del aula debe considerarse el caso crítico, es decir, cuando se da la capacidad máxima de alumnos. Pero podrá ser diseñada de acuerdo a los requerimientos existentes.
- La forma del aula podrá ser cuadrada o rectangular, se recomienda que el lado mayor no exceda en 1,5 el lado menor.
- La fuente principal de iluminación natural debe provenir del lado izquierdo del alumno sentado frente al pizarrón.
- La distancia máxima desde la última fila hasta el pizarrón será de 8 metros; y el ángulo horizontal de visión de un alumno sentado, será como máximo de 30°.

### Conjunto arquitectónico

Se toman como base los requisitos que deben cumplir el centro educativo para atender a los estudiantes que espera recibir, y se debe diseñar con respecto a la funcionalidad incluyendo todas las áreas a utilizar.

### Emplazamiento

Un correcto emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno se logra cuando el área construida en la planta baja no exceda el 40 % del área total del terreno.

## Orientación del edificio

La correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asolamiento de todos los ambientes del edificio. La orientación ideal para las ventanas es de norte a sur, de preferencia abriéndolas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, tomando en cuenta que el sentido del viento dominante es el ideal para abrir las ventanas.

## Superficie y altura del edificio

La superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como en tipo de enseñanza; y la altura no debe exceder de tres niveles, tratando de ubicar los talleres y laboratorios en el primer nivel.

## Criterios de iluminación

La iluminación debe ser abundante y uniformemente distribuida, evitando la proyección de sombras y contrastes muy marcados. Para lograr lo anterior, se debe tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Es importante el número, tamaño y ubicación de las ventanas y/o lámparas.
- Un local pequeño recibe mejor iluminación que uno grande, pero las dimensiones dependen de los requerimientos de espacio.
- Los acabados más brillantes permiten mayor reflexión de la luz y como resultado, una mejor iluminación.

## Tipos de iluminación

La iluminación puede ser natural y artificial. La iluminación natural, por la ubicación de las ventanas, se conoce como unilateral, bilateral y cenital. Estos tipos de iluminación, aceptados para los centros educativos, se describen a continuación:

- Iluminación natural: el diseño de ventanas para iluminación debe proporcionar luz pareja y uniforme en todos los puntos del área sin incidencia de rayos solares, conos de sombra o reflejos.
- Iluminación natural unilateral: el área de ventanas debe ser del 25 % al 30 % del área de piso, el techo y los muros opuestos deben ser de color claro y no debe estar a una distancia de 2,5 veces la altura del muro donde están las ventanas.
- Iluminación natural bilateral: las ventanas en los muros del fondo ayudarán a mejorar las condiciones de iluminación siempre y cuando estas den al exterior. Este caso se da cuando existen ventanas en las paredes laterales del aula.
- La iluminación artificial: debe usarse como apoyo a la iluminación natural. Como se requiere iluminación nocturna en algunas áreas se debe considerar iluminar los ambientes de forma idéntica a la natural, con el fin de mantener condiciones generales y deberá ser difusa para que no moleste la vista.

## Ventilación

La ventilación debe ser alta, constante, cruzada y sin corrientes de aire. La cantidad disponible de aire en el ambiente tiene gran importancia en el desarrollo de la educación.



## Criterios de color

El color es uno de los elementos que evitan la reverberación y sobre todo ayudan a optimizar la iluminación natural. Se recomienda el uso de colores cálidos en ambientes donde la luz solar es poca. Los colores deben dar un efecto tranquilizante.

## Confort acústico

Es muy importante en un centro de esta categoría, pues los ambientes deben ser tranquilos para que influyan favorablemente en el estado anímico de los estudiantes. Para que exista un confort acústico es necesario que no existan interferencias sonoras entre los distintos ambientes. Los ruidos en un aula pueden provenir del exterior, del centro de ambientes vecinos o del interior; para prevenirlos y así lograr las condiciones acústicas óptimas, se pueden tomar las precauciones siguientes:

- Para que no interfiera el ruido proveniente del exterior, ubicar los establecimientos en zonas tranquilas, pero de no ser posible esto, se debe orientar el edificio de manera que el viento se lleve los ruidos.
- Para disminuir el ruido interno del ambiente, construir con materiales porosos, ya que estos absorben el ruido, también las patas del mobiliario y equipo deben tener aislantes acústicos, para disminuir el ruido al moverlo.

## Diseño arquitectónico

Diseño es el arte de ordenar y componer elementos de la misma clase para formar un todo, con un sentido o un fin determinado.

El diseño arquitectónico se ocupa de todo lo relacionado con la proyección, la construcción de edificios y obras de ingeniería, ambientación y decoración de edificios, parques, jardines y elementos urbanos.

## **2.2. Predimensionamiento de elementos estructurales**

Dentro del proceso de diseño estructural la estimación de las secciones preliminares, es decir el predimensionamiento, busca satisfacer los criterios relativos a los estados límites de falla y de servicio, establecidos en los reglamentos.

El predimensionamiento de por sí es un proceso subjetivo, en el cual el diseñador podrá emplear cualquier criterio para predimensionar los elementos; ya que en la parte final del diseño verificará si las secciones propuestas satisfacen las condiciones de establecidas por el o los reglamentos que emplee.

### **2.2.1. Predimensionamiento de vigas**

Es el procedimiento previo al cálculo de dimensionado que es necesario llevar a cabo en estructuras hiperestáticas antes de poder calcular con precisión los esfuerzos sobre las mismas.

Criterios de diseñadores guatemaltecos:

Para calcular el peralte (d) de la viga, los estructuralistas guatemaltecos recomiendan una relación de 6 a 8 cm de peralte por metro lineal de claro, y un ancho (b), de  $\frac{1}{3}$  a  $\frac{1}{2}$  de d:

$$d = \frac{(6-8)\text{cm}}{m_{\text{claro}}}, \quad (\text{Ec. 2.1})$$

$$b = \frac{1}{3} - \frac{1}{2} \hat{d}, \quad (\text{Ec. 2.2})$$

#### Recomendaciones del IMCYC/ACI:

El Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto (IMCYC) ha publicado un libro titulado Criterios para el Proyecto de Estructuras de Concreto, donde, considerando los criterios del Código ACI y otros, hace, de acuerdo a las condiciones del país correspondiente a los sistemas de construcción, algunas recomendaciones que se pueden acomodar a Guatemala para efectos de predimensionar. Algunos de esos criterios son los siguientes:

- Si se tienen tableros mayores de 3,00 x 3,50 m<sup>2</sup>, es conveniente peraltar las vigas entre 1/10 y 1/15 en la mayoría de los casos, se considera un peralte estándar de 30 cm y base de 15 cm.
- Si se trata de estructuras aporticadas, cuyas columnas son más flexibles que el sistema de piso (rigidez menor), el peralte de vigas oscila entre 1/10 y 1/15 e incluso de mayor peralte.
- En voladizo, el peralte de vigas para mismo tipo de las anteriores.

$$d = \frac{l_n}{5}, \quad (\text{Ec. 2.3})$$

Donde:

$l_n$  = longitud libre del voladizo

Si las estructuras son aporticadas, pero con columnas más rígidas que el sistema de piso (rigidez mayor), se pueden determinar los peraltes mínimos mediante la tabla del ACI-318-83 que considera diferentes  $f'_c$  del concreto y acero grado 40.

Tabla I. **Tabla del ACI318-83 que considera de vigas en función del  $f'_c$  y acero grado 40**

| Concreto                     | Diámetro | $t_{min}$ |        |        | $h_{min}$ |
|------------------------------|----------|-----------|--------|--------|-----------|
|                              |          | r = 5     | r = 10 | r = 15 |           |
| $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ | N. 3     | 25        | 30     | 35     | 20        |
|                              | N. 4     | 35        | 40     | 45     | 25        |
|                              | N. 5     | 40        | 45     | 51     | 30        |
|                              | N. 6     | 50        | 55     | 61     | 35        |
|                              | N. 8     | 65        | 70     | 75     | 50        |
| Concreto                     | Diámetro | $t_{min}$ |        |        | $h_{min}$ |
| $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ | N. 3     | 25        | 30     | 35     | 20        |
|                              | N. 4     | 30        | 35     | 40     | 25        |
|                              | N. 5     | 35        | 40     | 45     | 30        |
|                              | N. 6     | 45        | 50     | 55     | 35        |
|                              | N. 8     | 55        | 60     | 65     | 50        |
| Concreto                     | Diámetro | $t_{min}$ |        |        | $h_{min}$ |
| $f'_c = 300 \text{ kg/cm}^2$ | N. 3     | 25        | 30     | 35     | 20        |
|                              | N. 4     | 30        | 35     | 40     | 25        |
|                              | N. 5     | 35        | 40     | 45     | 30        |
|                              | N. 6     | 40        | 45     | 50     | 35        |
|                              | N. 8     | 50        | 55     | 60     | 50        |

Fuente: FLORES CRUZ, Carlos E. *Procedimiento general de diseño estructural para edificios de concreto reforzado.* p. 9 y 10.

La tabla 9.5 (a) del código ACI318-99:

En la tabla 9.5 (a) del código ACI318-99 se encuentra otro referente para el predimensionamiento de las vigas no pretensadas, en función del claro que cubren. Es de hacer notar que esta tabla es aplicable a elementos de hormigón armado de un  $f'c$  y grado de acero de refuerzo ya establecidos.

En caso de quererse aplicar a miembros de distinto  $f'c$  o grado de refuerzo, se deben aplicar las correcciones especificadas en la misma.

Requisitos geométricos de las NTC (Normas técnicas complementarias) para concreto del Distrito Federal.

También se pueden tomar como referente los requisitos adoptados por las normas técnicas complementarias del Reglamento de construcción para el Distrito Federal (México). El RCDF recomienda los siguientes requisitos geométricos que deben cumplir las secciones para elementos sujetos a flexión.

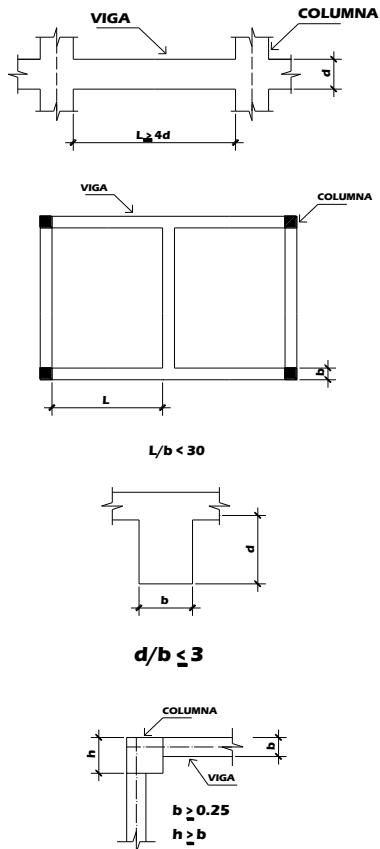
Tabla II. **Tabla 9.5(a) del código ACI318-99**

| <b>TABLA 9.5 (a).</b>   |  |                         |                          |                      |
|---|--|-------------------------|--------------------------|----------------------|
| <b>Alturas o espesores mínimos de vigas no pretensadas o losas armadas en una dirección a menos que se calculen las deformaciones*.</b> |  |                         |                          |                      |
|   | Simplemente apoyados   | Espesor Mínimo, h       |                          | En voladizo continuo |
|   |  | Con un extremo continuo | Ambos extremos continuos |                      |
| Elementos   | Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse por grandes deformaciones. |                         |                          |                      |
| Losas macizas en una dirección  | $\frac{\ell}{20}$  | $\frac{\ell}{24}$       | $\frac{\ell}{28}$        | $\frac{\ell}{10}$    |
| Vigas o losas nervadas en una dirección   | $\frac{\ell}{16}$  | $\frac{\ell}{18.5}$     | $\frac{\ell}{21}$        | $\frac{\ell}{8}$     |

\* La luz  $\ell$  está en mm.  
 Los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de hormigón de peso normal ( $w_c = 2400 \text{ kg/m}^3$ ) y refuerzo grado 420 MPa. Para otras condiciones, los valores deben modificarse como sigue:  
 (a) Para hormigón liviano estructural de peso unitario dentro del rango de 1500 a 2000  $\text{kg/m}^3$ , los valores de la tabla deben multiplicarse por  $(1.65 - 0.0003 w_c)$ , pero no menos de 1.09, donde  $w_c$  es la densidad en  $\text{kg/m}^3$ .  
 (b) Para otros valores de  $f_y$  distintos de 420 MPa, los valores de esta tabla deben multiplicarse por  $(0.4 + f_y/700)$ .

Fuente: Código ACI318-99. p. 144.

Figura 1. **Requisitos geométricos de elementos sometidos a flexión según RCDF**



El claro libre no debe ser menor a cuatro veces el peralte efectivo

En sistemas de viga y losa monolítica, la relación entre la separación de apoyos que eviten el pandeo lateral y el ancho de la viga no debe exceder de 30.

La relación entre el peralte y el ancho no será mayor de 30.

El ancho de la viga no será menor de 25 cm ni excederá el ancho de las columnas a las que llega.

Fuente: 2º Curso RELASIS de Ingeniería Sísmica UVG. Guatemala, 1990 p. 22.

### 2.2.2. Predimensionamiento de columnas

Las columnas son los miembros verticales a compresión de los marcos estructurales, que sirven para apoyar a las vigas cargadas. Transmiten las cargas de los pisos superiores hasta la planta baja y después al suelo, a través de la cimentación.

Criterios de diseñadores guatemaltecos:

El Ing. J.M. Rubio propone calcular el área gruesa de columnas a través de la relación:

$$P_{act} = 0,20Pu \quad , \quad (Ec. 2.4) \quad \text{donde; } P_{act} = \sum P_{entrepiso} + P_{vigas} + P_{col.sup.} \quad ; \quad (Ec. 2.4a)$$

así el  $A_g$  está dada por:

$$A_g = \frac{P_{act}}{0,17f'c} \quad , \quad (Ec. 2.5)$$

En la Maestría de Ingeniería estructural de la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) se ha determinado un modelo estadístico para calcular el  $A_g$  de columnas, con base en medidas de las columnas de los edificios del valle de la ciudad de Guatemala; el cual está dado por la relación:

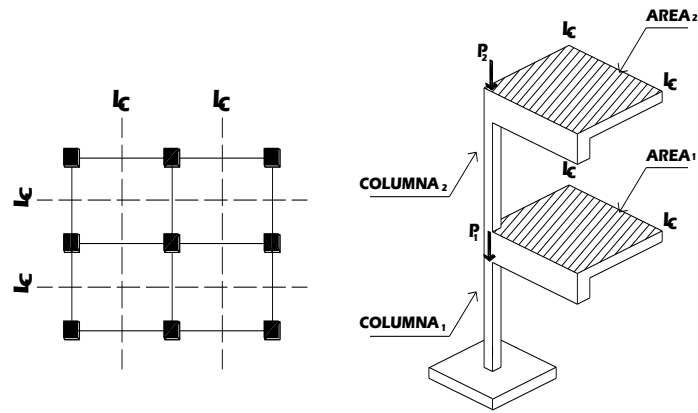
$$A_g = \frac{A_{TC} \times N^{\circ}_{entrepisos}}{(620 - 600)} \quad , \quad (Ec. 2.6)$$

Donde:

- $A_g$  = sección de la columna
- $A_{TC}$  = área tributaria de la columna
- $N^{\circ}_{entrepisos}$  = número de plantas del edificio



Figura 2. Área tributaria de columnas



Fuente: SIC GARCIA, Ángel. *Guía teórica y práctica del curso de concreto Armado 2*. p. 203.

#### Recomendaciones del IMCYC/ACI:

El Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto, sugiere dos formas de predimensionar columnas:

- Se recomienda, para columnas cuadradas, basándose en las longitudes de las mismas y considerando tableros mayores de 3,00 x 3,50 m; estimar las secciones de la siguiente manera:

$b = h$ , tiene que estar comprendido entre:

$$b = l / 10, \quad (\text{Ec. 2.7})$$

$$b = l / 15, \quad (\text{Ec. 2.8})$$

Se debe tomar en cuenta que en este caso las columnas tienen que poseer una rigidez mayor a la de las vigas.

- La publicación de criterios para el proyecto de concreto del IMCYC, contiene gráficas elaboradas basándose en las ecuaciones de Wilburg, se han desarrollado un conjunto de gráficas en las cuales se estimó la suma mínima de los momentos de inercia en columnas de planta baja para limitar desplazamientos por sismo o viento al  $0,008 H$ , donde  $H$  es la distancia a ejes entre las vigas de dos pisos consecutivos. Dichas graficas predicen la rigidez de entrepiso.

Consideraciones para el uso de las tablas:

- La estructura debe analizarse, por lo menos, en dos direcciones perpendiculares entre sí, satisfaciendo requisitos de rigidez y resistencia ante fuerzas laterales.
- Se elige la tabla que corresponda al área construida.
- Se busca  $\sum I/L$ , en la dirección analizada.
- Se elige la que corresponde al concreto a usar.
- Se obtiene  $\sum I_c$  a partir de este se calculan las dimensiones con la siguiente expresión :

$$\left(\frac{I}{L}\right)_{\text{Marco}} = \sum_y^m \frac{I_y}{L_y}, \quad (\text{Ec. 2.9})$$

Donde:

$m$  = número de claros del marco

$I_{ti}$  = momento de inercia del claro  $i$

$L_{ti}$  = longitud del claro  $i$

En cada dirección se tendrá:

$(\sum I/L)_x = \sum_t K_x =$  suma de los factores  $(I/L)$  paralelos al eje x-x.

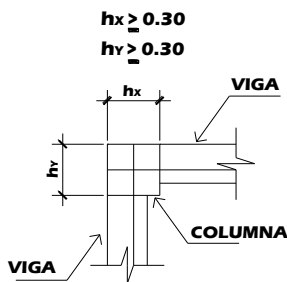
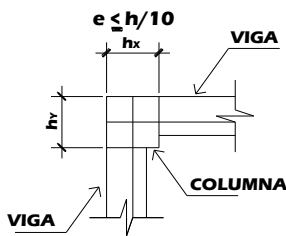
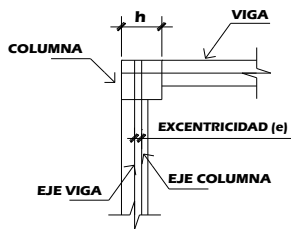
$(\sum I/K)_y = \sum_t K_y =$  suma de los factores  $(I/L)$  paralelos al eje y-y.

Para lo anterior cabe decir que son útiles las gráficas y cálculos para columnas menos rígidas y más rígidas que el sistema de piso, aunque en el segundo caso los resultados son menos exactos.

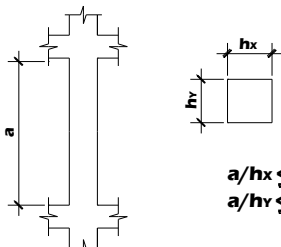
Requisitos geométricos de las NTC para concreto del Distrito Federal.

También el RCDF establece relaciones geométricas que deben cumplir los elementos estructurales sometidos a flexo compresión:

Figura 3. **Requisitos geométricos de elementos sometidos a flexo compresión según RCDF**



$$0.50h_x h_y \geq P_u / f'_c$$



El eje de la viga no debe separarse horizontalmente del eje de la columna más de un décimo de la dimensión transversal de la columna normal a la viga

La dimensión transversal mínima de las columnas no será menor de 30 cm.

El  $A_g$  de las columnas, para toda combinación de carga; no será menor a:

$$A_g = \frac{P_u}{0.5f'_c}$$

La relación entre la altura libre y la menor dimensión transversal de la columna no excederá de 15.

Fuente: 2º Curso RELASIS de Ingeniería Sísmica UVG, Guatemala, 1990. p. 22.

## **2.3. Cargas de diseño**

Las cargas son fuerzas externas que actúan sobre la estructura. Las cuales provocan reacciones internas dentro del sistema estructural para resistirlas. Dependiendo de la manera como las cargas sean aplicadas, tienden a deformar la estructura y los componentes. En el presente trabajo se clasificaron las cargas en una estructura de acuerdo con la dirección de la aplicación: cargas verticales y cargas laterales.

### **2.3.1. Cargas verticales**

También llamadas cargas por gravedad, comprenden la carga viva y carga muerta.

Carga viva: es la que soporta el edificio de manera transitoria, se pueden aplicar por varias horas o años, la magnitud es variable y depende del uso que va a darse a la edificación. Entre las cargas vivas se incluyen; el peso de los ocupantes, la nieve, los vehículos, muebles, productos de almacenes, vehículos, etc.

Carga muerta: incluye el peso de todos los componentes permanentes de una estructura, como vigas, columnas, losas de pisos, techos y cubiertas de puentes. También incluyen componentes arquitectónicos, como cielos rasos, herrajes de ventanas y muros divisorios de habitaciones. Generalmente, a los muebles o equipo fijos se les clasifica por separado, aunque los efectos son los mismos que los de las cargas vivas.

### **2.3.2. Cargas laterales**

Las constituyen aquellas fuerzas que actúan ortogonalmente o casi, respecto a la línea de acción de la gravedad. Se dividen en cargas de: sismo, viento y de presión.

### **2.3.3. Cálculo de cargas verticales de la estructura**

Son las acciones que se ejercen sobre las estructuras, medidas en unidades de fuerza, longitud y superficie.

Integración de cargas verticales por el método de ancho tributario

El área tributaria es el área de influencia de carga de un elemento estructural y debería incluir toda la porción de la construcción en la cual, si se aplica una carga, se afecta la fuerza interna en la sección que se está considerando. Por lo que, se entiende por área tributaria de un elemento de una estructura sujeta a carga uniformemente distribuida aquella área que, multiplicada por la carga uniforme, define la carga total que se debe considerar actuando sobre el elemento y que produce efectos iguales a los de la distribución real de cargas sobre la estructura.

El área tributaria debe calcularse, también para fines de obtener la carga total sobre un elemento estructural. Existen algunas reglas sencillas para determinar el área tributaria y están basadas en la localización de las líneas en que la fuerza cortante sería nula si solo hubiera transmisión de momentos en una dirección.

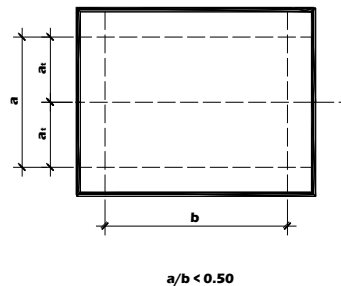
## Integración de cargas verticales: losas horizontales en un sentido

Esta clasificación se refiere a la forma en que la losa puede sufrir flexión.

Losas en un sentido (requisitos ACI):

- La relación de la base (a), con la altura (b) de la sección debe ser menor que 0,50 ( $a/b < 0,50$ ).
- Pueden tener 2 o 4 apoyos (vigas).
- El espesor se determina con la tabla 9,5(a) (ver sección 2.2.1.3).

Figura 4. **Área tributaria y ancho tributario para losa en un sentido**



Fuente: Apuntes personales del curso de diseño estructural. 1º semestre 1999.

De donde se calcula la carga muerta y la carga viva actuante con las siguientes ecuaciones:

$$a_t = \frac{a}{2}, \quad (\text{Ec. 2.10})$$

$$CM = \frac{a_t}{2} (P_{uc} t + Sob) + PP_{viga}, \quad (\text{Ec. 2.11})$$

$$CV = \frac{a}{2} Sob, \quad (\text{Ec. 2.12})$$

Donde:

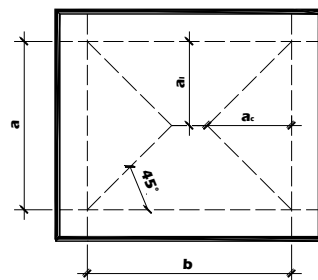
- a = lado corto de la losa (medido a rostro interior de viga)
- b = lado largo de la losa (medido a rostro interior de viga)
- a<sub>t</sub> = ancho tributario
- P<sub>uc</sub> = peso unitario del concreto (4 200 kg/m<sup>3</sup>)
- t = espesor losa (m)
- PP<sub>viga</sub> = peso propio de la viga (P<sub>uc</sub> × sección viga)
- Sob = cargas vivas en la edificación (según código que se utilice)

Integración de cargas verticales: losas horizontales en dos sentidos

Losas en dos sentidos (requisitos ACI):

- La relación a/b tiene que ser mayor que 0,50; cuando a ≤ b.
- Tienen que poseer 4 apoyos (vigas).

Figura 5. **Área tributaria y ancho tributario para losa en dos sentidos**



$$a/b \geq 0.50$$

Fuente: Apuntes personales del curso de diseño estructural. 1º semestre 1999.



Se calcula de igual forma la carga viva y la carga muerta (ecuaciones 2.10 y 2.11), lo que difiere en este caso es el cálculo de los anchos tributarios, de donde se tiene:

$$m = \frac{a}{b}, \quad (\text{Ec. 2.13})$$

$$a_c = \frac{a}{3}, \quad (\text{Ec. 2.14})$$

$$a_l = \frac{a}{3} \left( \frac{3 - m^2}{2} \right), \quad (\text{Ec. 2.15})$$

Donde:

- a = lado corto de la losa (medido a rostro interior de viga)
- b = lado largo de la losa (medido a rostro interior de viga)
- m = relación a/b
- a<sub>c</sub> = ancho tributario lado corto
- a<sub>l</sub> = ancho tributario lado largo

#### **2.3.4. Cálculo de cargas laterales en la estructura (sismo)**

Los requisitos de cargas laterales propuestas por los códigos, son normas mínimas para poder diseñar edificios y estructuras resistentes a fuerzas horizontales. Consideran la estructura como unidad, tomando en cuenta cada uno de los elementos estructurales.

En Guatemala son consideradas en el análisis las cargas laterales de sismo y viento. Esta última dependiendo de la magnitud de la incidencia del mismo en una estructura sobre un área grande de exposición o bien por las

condiciones del lugar. Para el siguiente trabajo únicamente se tomó en cuenta el efecto de las cargas sísmicas.

### Método SEAOC'68

Es un método estático equivalente, el cual consiste en encontrar una fuerza en la base del edificio que se está sacudiendo y según la distribución de masas, la altura del edificio y la carga adicional; distribuirla en cada nivel del edificio. Las cargas sísmicas afectan a las estructuras en zonas de gran actividad sísmica, como en este país. Las sacudidas altamente irregulares del terreno transmiten aceleraciones a la estructura y la masa de la estructura resiste el movimiento debido a los efectos de la inercia. La fuerza total de la inercia (es usualmente igual a la fuerza cortante horizontal en la base de la estructura), varía aproximadamente de  $0,03W$  a  $0,10W$  (más recomendado en estructuras donde  $W$  es el peso total). Las respuestas de las estructuras a los sismos, dependen de varios factores; de las características del movimiento del terreno, de la rigidez y masa de la estructura, de las condiciones del subsuelo y la magnitud del amortiguamiento.

### Corte basal:

Es un corte estático equivalente, la fórmula propuesta por SEAOC para obtener la fuerza horizontal total o corte básico ( $V$ ), es:

$$V = ZIKCSW, \quad (\text{Ec. 2.16})$$

Donde  $V$  es igual a las fuerzas dinámicas máximas que se representan aproximadamente por medio de las fuerzas de estáticas equivalentes de seguridad o modificadores arbitrarios.  $W$  es el peso total de la estructura. Para

estructuras de un nivel o livianas, ZIKCS es igual 0,10 como coeficiente por lo tanto:

$$V = 0,10W \quad (\text{Ec. 2.17})$$

A continuación se describirá cada uno de los coeficientes mencionados anteriormente.

Z: se le denomina coeficiente de riesgo sísmico, varía según la zona sísmica del globo terráqueo y puede adoptar cuatro valores.

Tabla III. **Valores coeficiente Z**

| Zona sísmica | Riesgo sísmico   | Valor Z |
|--------------|--|---------|
| 0            | Ausencia total de daño   | 0,00    |
| 1            | Consideradas de daños menores corresponden a la intensidad V y VI de la escala Mercali modificado. | 0,25    |
| 2            | Daño moderado, corresponde a la intensidad VII en a escala Mercali modificado.                     | 0,50    |
| 3            | Daño mayor, corresponden a la intensidad VII en a escala Mercali modificado.                       | 1,00    |

Fuente: RAMIREZ FIGUEROA, Fredy. *Guía práctica dirigida de curso de diseño estructural*. p. 36.

I: depende de la importancia o la utilidad que se le vaya a dar a la estructura, después del sismo. En viviendas unifamiliares va a ser menor el coeficiente y para estructuras de uso público como hospitales, centros de comunicación, etc.

El coeficiente será mayor; el rango estará comprendido entre:

$$1,0 \leq I \leq 1,50$$

K: dependerá del tipo de estructura seleccionada y hay sistemas estructurales, toma los siguientes valores:

Tabla IV. **Valores coeficiente K**

| TIPO | Arreglo resistente  | Valor K |
|------|---|---------|
| 1    | Marcos dúctiles sin contraviento                                    | 0,67    |
| 2    | Marcos dúctiles y sistemas de corte ( embreizados , muros de corte) | 0,80    |
| 3    | Mampostería   | 1,00    |
| 4    | Diseños especiales (péndulos invertidos)                            | 2,50    |

Fuente: RAMÍREZ FIGUEROA. Fredy. *Guía práctica dirigida del curso de diseño estructural.*  
p. 37.

C: depende de la flexibilidad de la estructura, y se mide con base en el período de vibración, donde t es el intervalo de tiempo que necesita la estructura completar una vibración, t está determinado por:

$$t = \frac{0,09h}{\sqrt{b}} \quad (\text{Ec. 2.18})$$

Donde:

h = altura del edificio (m)

b = lado del edificio paralelo a la acción del sismo que se está considerando

de donde C está dada por:

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} \leq 0,12 \quad (\text{Ec. 2.19})$$

en donde el coeficiente C no debe ser mayor que 0,12

S: depende el tipo de suelo a cimentar (resonancia del suelo), comprendida entre:  $1,00 \leq S \leq 1,50$ , teniendo la limitación:

$$CS \leq 0,14 \quad (\text{Ec. 2.20})$$

W: es la carga muerta total de la estructura. Cuando se trate de almacenes se adicionara a W un 25 % de la carga viva.

Integrar cargas estáticas para cada nivel:

Es la sumatoria de fuerzas que actúan en cada nivel de la estructura ( $\sum F_i$ ), más la fuerza adicional de la cúspide ( $f_t$ ), es igual al corte basal equivalente estático (V), recordando siempre que  $f_t = 0$ , cuando:  $t \leq 25$  s. de lo contrario  $f_t$  existe. Por lo tanto:

$$V = \sum F_i + f_t \quad (\text{Ec. 2.21})$$

La distribución de carga basal en cada nivel está dada por la relación:

$$F_i = \frac{(V - f_t)w_i h_i}{\sum w_i h_i} \quad (\text{Ec. 2.22})$$

Donde:

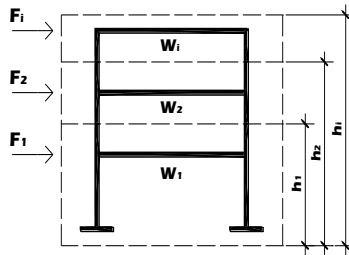
$w_i$  = peso nivel i

$h_i$  = altura nivel i

$V$  = corte basal

$f_t$  = fuerza en la cúspide

Figura 6. **Distribución de carga basal en cada nivel**



Fuente: RAMIREZ FIGUEROA, Fredy. *Guía práctica dirigida del curso de diseño estructural*.  
p. 37.

### 2.3.5. **Distribución de cargas sísmicas por marco**

La distribución de cargas sísmicas dependerá de la existencia o no de simetría estructural, ya que de existir excentricidades entre el CR y el CM. La capacidad torsional del edificio se verá afectada y por ello los marcos que tengan una mayor excentricidad; experimentarán una fuerza de marco ( $F_m$ ) mayor a los que posean menor excentricidad. Por ello deberán ser diseñados para soportar mayores cargas sísmicas.

$F_m$  cuando existe simetría estructural

En este caso la ubicación el C.M. coincide con la del C.R., por lo que se ha obtenido una distribución simétrica de los elementos verticales ideal. En

este caso la fuerza en el marco en el eje que le corresponda; ( $F_m$ ), es igual a la fuerza de piso ( $F_i$ ) del eje, dividida entre el número de marcos:

$$F_{m,x,y} = \frac{F_{px,y}}{N^{\circ}_{marcos\ x,y}} \quad (\text{Ec. 2.23})$$

$F_m$  cuando no existe simetría estructural

Cuando no exista simetría estructural, se deberán determinar los centros de masa y rigidez y la excentricidad del edificio; para poder calcular las fuerzas totales por marco  $F_m$ .

Cálculo de centro de masa (CM)

El centro de masa coincide con el centroide geométrico de la planta del edificio; por lo tanto si la planta presenta una forma simétrica, las coordenadas del CM, serán:

$$CM_{x-x} = \frac{x}{2} \quad (\text{Ec. 2.24})$$

$$CM_{y-y} = \frac{y}{2} \quad (\text{Ec. 2.25})$$

en caso de no tener una planta simétrica utilizar las fórmulas:

$$CM_{x-x} = \frac{\sum x_i A_i}{\sum A_i} \quad (\text{Ec. 2.26})$$

$$CM_{y-y} = \frac{\sum y_i A_i}{\sum A_i} \quad (\text{Ec. 2.27})$$

Donde:

$x$  = longitud del edificio respecto al eje x-x

$y$  = longitud del edificio respecto al eje y-y

$x_i$  = centroide de la figura componente que se está analizando, respecto al eje x-x

$y_i$  = centroide de la figura componente que se está analizando, respecto al eje y-y

$A_i$  = área de la figura componente que se está analizando

Cálculo de centro de rigidez (CR)

Se localiza el centro de rigidez del edificio, con base en los elementos estructurales verticales de este (columnas, muros de corte). Aplicando los siguientes pasos:

- Determinar las rigideces de los marcos.
- Se refiere la planta de la estructura a un par de ejes coordenados, aplicando en los ejes de los elementos en x y en y.
- Se calculan las coordenada de  $d_x$  y  $d_y$  con la fórmula:

$$d_{x,y} = \frac{\sum K_d}{\sum K} \quad (\text{Ec. 2.28})$$

Donde:



$\sum K_d$  = sumatoria del producto de la rigidez de marco  $K_m$  por la distancia del eje coordenado al marco analizado  $d_{mxx,yy}$

$\sum K$  = sumatoria de las rigideces del marco  $K_m$

Según el tipo de estructura que se esté analizando, así será el tipo de apoyo y por lo tanto, la ecuación de rigidez a utilizarse:

- Voladizo: condición presentada en edificios de un nivel o en los últimos niveles de edificios multiniveles, la fórmula de rigidez es

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{3EI} + 1.2 \frac{Ph}{AG}} \quad (\text{Ec. 2.29})$$

- Doblemente empotrado: condición que se da a los primeros niveles o niveles intermedios de edificios multiniveles, la fórmula de rigidez es:

$$K = \frac{1}{\frac{Ph^3}{12EI} + 1.2 \frac{Ph}{AG}} \quad (\text{Ec. 2.30})$$

Donde:

P = carga asumida, generalmente 10000 kg.

h = altura del muro o columna analizado

E = módulo de elasticidad del concreto  $E = 15100\sqrt{f'c}$

I = inercia del elemento  $I = 1/12bh^3$

A = sección transversal del muro o columna analizado

G = módulo de rigidez  $G = 0,4E$

### Cálculo de excentricidad (e)

La excentricidad (e) está dada por:

$$e_{x,y} = \left| CM_{x,y} - d_{x,y} \right|, \quad (\text{Ec. 2.31})$$

Cuando la estructura es simétrica en alguno de los ejes, se calculará la excentricidad únicamente en el eje donde no exista simetría.

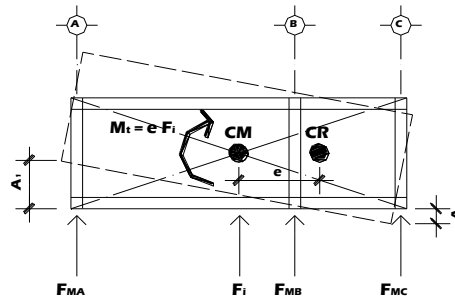
### Cálculo de fuerzas por marco

Para distribuir la fuerza lateral de sismo por nivel  $F_i$ , a cada marco en el análisis simple, se consideran solo los marcos paralelos a la dirección en que esta actúa y dos efectos sobre ellos: uno de traslación en una misma dirección y otro de rotación respecto del centro de rigidez cuando este no coincide con el centro de masa.

En el análisis simple, la fuerza que llega a cada marco, se determina por medio de la suma algebraica de la dirección de la fuerza por torsión  $P_i''$  (fuerza rotacional) y la fuerza directamente proporcional a la rigidez de los marcos  $P_i'$  (fuerza trasnacional).

$$F_m = P_i' \pm P_i'' \quad (\text{Ec. 2.32})$$

Figura 7. Cargas por torsión



Fuente: PAREDES RUIZ, Paola. *Guía teórica y práctica del curso de diseño estructural*. p. 38.

La fuerza trasnacional  $P_i'$  se define por:

$$P_i' = \frac{K_m}{\sum K_i} F_i \quad (\text{Ec. 2.33})$$

Donde:

$K_m$  = rigidez del marco que se está analizando

$\sum K_i$  = sumatoria de las rigideces de los marcos paralelos a la carga

$F_i$  = fuerza por nivel

La fuerza torsional se define por:

$$P_i'' = \frac{e}{E_i} F_i \quad (\text{Ec. 2.34})$$

Donde:

$e$  = excentricidad

$F_i$  = fuerza por nivel

$E_i$  = relación entre rigideces y brazo de palanca de cada marco

$E_i$  se define por:

$$E_i = \frac{\sum K_m d_i^2}{K_m d_i} \quad (\text{Ec. 2.35})$$

Donde:

$d_i$  = distancia entre el centro de rigidez de la estructura y el eje de cada marco

$K_m$  = rigidez del marco que se está analizando

Se hace notar que al momento de encontrar el CR de la estructura, el eje coordenado en el sentido de la excentricidad que se esté analizando, se debe correr al CR.

Por lo que todos los marcos que queden hacia la izquierda o hacia abajo del CR, tendrán brazos de palanca con signo negativo (-); y todos los marcos que queden hacia la derecha o hacia arriba, tendrán brazos de palanca con signo positivo (+).

Si  $F_m$  es menor que  $F_i'$ , se debe tomar  $F_i''$  como la fuerza en el marco. Si el valor  $F_m$  es mayor que  $F_i'$ ;  $F_m$  será el valor del marco analizado. Es decir se toman los valores más críticos.

### 2.3.6. Combinaciones de carga

Cualquiera de todas las cargas mencionadas puede actuar sobre una estructura en un momento dado. Sin embargo es entrar prácticamente al campo de la especulación; el que se produzca algún tipo de carga crítica.

Es por ello que los códigos de construcción establecen combinaciones de cargas específicas, que los miembros estructurales deben estar en capacidad de soportar para tratar de evitar el colapso de la estructura.

Tabla V. Factores de carga especificados por algunos códigos

| Código | Combinaciones gravitacionales | Combinaciones excepcionales | Combinaciones para volteo |
|--------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| AGIES  | 1,4CM + 1,7 CV                | 1,05CM +1,275CV + 1,275S    | 0,8CM + S                 |
| RCDF   | 1,4CM + 1,4 CV                | 1,1CM +1,1CV + 1,1S         | 0,9CM + 1.1S              |
| ACI    | 1,4CM + 1,7 CV                | 1,05CM +1,275CV + 1,275S    | 0,9CM + 1.3S              |

Fuente: PAREDES RUIZ, Paola. Guía teórica y práctica del curso de diseño estructural. p. 38.

### 2.4. Análisis estructural

El análisis estructural es el proceso que se realiza para determinar cómo reaccionará una estructura ante los esfuerzos internos que actúan sobre ella; es decir, se determinan los efectos de las cargas aplicadas a una estructura.

Un sistema estructural deriva el carácter único en cierto número de consideraciones estudiadas por separado:

- Funciones estructurales específicas de resistencia a la compresión, resistencia a la tensión; para cubrir claros horizontales, verticales o en voladizo.
- El o los materiales de los elementos.
- La forma y unión de los elementos.
- La forma de apoyo de la estructura.
- Las condiciones específicas de carga.
- Las consideraciones de usos impuestas.
- Las propiedades de los materiales, procesos de producción y la necesidad de funciones especiales como desarmar o mover.

#### Clasificación de los sistemas estructurales

Es el modelo físico que sirve de marco para los elementos estructurales y que refleja un modo de trabajo. Pueden clasificarse por el campo de aplicación en macizas, reticulares y superficiales.

#### Estructuras macizas

Son aquellas en las que la resistencia y la estabilidad se logran mediante la masa, aún cuando la estructura no se completamente sólida.

#### Estructuras reticulares

Consiste en una red de elementos ensamblados.

## Estructuras superficiales

Pueden tener alto rendimiento debido a la función doble como estructura y envolvente, pueden ser muy estables y fuertes.

### Tipos de sistemas estructurales

- Muros estructurales
- Sistemas de postes y vigas
- Sistemas para cubrir claros planos
- Sistema de arco, bóveda y cúpula
- Sistema de marcos rígidos

El sistema de marcos rígidos es el que se utilizará para este proyecto y se dice que cuando los elementos de un marco lineal están sujetos rígidamente, es decir, cuando las juntas son capaces de transferir flexión entre los miembros, este sistema asume un carácter particular. Si todas las juntas son rígidas, es imposible cargar algunos de los miembros transversalmente sin provocar la flexión de los demás.

Una consideración muy oportuna sobre el análisis estructural es la siguiente: el análisis constituye la etapa más científica del proceso de diseño, aquella en que se emplean métodos de la mecánica estructural que implican el uso de herramientas matemáticas frecuentemente muy refinadas.

El análisis estructural ha tenido una evolución extraordinaria en las últimas décadas, con el desarrollo de métodos numéricos que resuelven los problemas matemáticos mediante procedimientos iterativos con los que se

puede llegar al nivel de precisión que se desee mediante la ejecución del número necesario de ciclos de iteración.

Con estos procedimientos se pueden analizar prácticamente cualquier tipo de estructura, por más compleja que sea, recurriendo al empleo de programas de cómputo con los que pueden realizarse en poco tiempo y a un costo razonable los millones de operaciones numéricas que una solución de este tipo implica.

El análisis se refiere a la determinación de las fuerzas internas actuantes en las distintas secciones de la estructura para la posterior comparación con las fuerzas actuantes resistentes, a fin de verificar si el diseño satisface las condiciones de seguridad. En algunos casos también se busca a través del análisis las deformaciones verticales y horizontales de algunos elementos estructurales para la comparación con los valores que definen estados límites de servicio. Ya habiendo determinado las cargas verticales y laterales actuantes sobre la estructura, se debe proceder a determinar la respuesta estructural en el edificio; o sea los efectos que las acciones de diseño provocan en la estructura. Estos efectos se describen en términos de fuerzas internas, esfuerzos flechas y deformaciones.

#### **2.4.1. Métodos aproximados de análisis**

Estos métodos son utilizados en diseños preliminares y sirven además como comprobaciones rápidas de los resultados de métodos más refinados. En esta sección solo se mencionaran algunos métodos aproximados de análisis y las condiciones donde es posible aplicarlos, ya que este no es uno de los objetivos del presente trabajo el entrar en detalle en esta materia.



Método de estimación de la curva elástica y ubicación de los puntos de inflexión: aplicable a vigas y marcos simétricos de preferencia para obtener mayor exactitud. Es usado exclusivamente para estructuras sometidas a cargas verticales.

Método del portal: método aproximado de análisis estructural, utilizado para estructuras sometidas a cargas laterales, en marcos cuya altura total es menor al ancho total.

Método del voladizo: método aproximado para analizar estructuras altas, bajo cargas laterales; cuya relación de esbeltez es grande (altura mucho mayor a ancho).

#### **2.4.2. Métodos exactos, y paquetes de análisis computacional**

Estos son métodos que utilizan como se mencionó líneas arriba una matemática muy refinada, básicamente se realizan a través de procesos iterativos. Los de cálculo manual están cayendo en desuso ante la opción que se presenta, actualmente, de utilizar métodos automatizados de cálculo.

Sin embargo, como instrumentos didácticos y conceptuales resulta de utilidad conocer los principios bajo los que trabajan los dos métodos iterativos manuales más utilizados en la Escuela de Ingeniería Civil:

Método de Cross: método exacto iterativo, aplicable a vigas y marcos rígidos, simétricos o asimétricos, sometidos a cargas laterales y o verticales. Los conceptos básicos son:

- Momento fijo ( $M_f$ ): es el momento necesario en el extremo de un miembro de una estructura, para que el giro en ese extremo sea cero.
- La rigidez ( $K$ ): es la acción necesaria para producir una deformación unitaria en cualquier miembro. La rigidez en un voladizo por definición es igual a cero.
- El factor de distribución ( $D_{ij}$ ): es el valor por el cual se debe multiplicar el momento aplicado a un nudo rígido, para obtener el momento que absorbe cada uno de los miembros que concurren a ese nudo, se encuentra en función de las rigideces de los miembros conectados a él.
- Un momento aplicado en un extremo empotrado de un miembro transmitirá al extremo contrario, un momento de magnitud igual a la mitad del valor del primero y de signo contrario (factor de transporte).
- Para que el ciclo de iteraciones concluya, el momento que se transmite con el factor de transporte deber ser  $0,10 M_f$  menor.
- El momento final será igual al  $M_f$  final más los efectos que le llegaron. A modo de comprobación, la suma de los momentos finales en cada miembro debe ser igual a cero.

Método de Kani: método exacto iterativo, aplicable a vigas y marcos rígidos, simétricos o asimétricos, sometidos a cualquier tipo de carga.

A continuación se describe, en forma simple, el procedimiento a seguir en este método:

- La rigideces de las columnas  $K_c$  y las viga  $K_v$ , están dada por  $K = 1/L$ .
- El factor de giro para cada nudo ( $u$ ), está dado por  $u = -0,5K_c/v / (\sum K_c/v + \sum K_{llegan\ al\ nudo})$ , la suma todos los  $u$  de un nudo debe ser igual a  $0,5$ .
- El momento fijo tiene únicamente las vigas y depende condiciones de carga.

- Momento de sujeción  $M_s$ , es el momento fijo izquierdo más el momento fijo derecho, siendo que en un nudo solo puede haber 1 o 2 momentos fijos.

Como ya se mencionó, los paquetes de cómputo trabajan resolviendo métodos iterativos con la potencia y rapidez que proporcionan los equipos de cómputo, en el mercado existe toda una gama de software a la venta, aunque también existen los de dominio público, entre ellos se tiene: Cálculo de estructuras (software de dominio público), Paem, Staad pro, Sap 2000, Cadre pro 3d, Tabs – etabs, etc.

## **2.5. Diseño de elementos de hormigón armado**

El concreto es el material de construcción más utilizado en las sociedades industrializadas. Las prestaciones mecánicas y la poca necesidad de mantenimiento le han hecho el material más competitivo de entre todos los posibles. Sin embargo, en ambientes muy agresivos, la durabilidad se acorta debido a la corrosión de la armadura de acero.

### **2.5.1. Diseño de losas**

En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa, generalmente horizontal, cuyas superficies superiores e inferior son paralelas entre sí.

## Diseño de losas en una dirección

Primero se procede a calcular determinar el espesor ( $t$ ) de losa, aplicando la tabla 9.5 (a) del código ACI 318-99. Después se procedió a integrar cargas, de la siguiente manera:

$$CM = P_{UC} \times t \quad (\text{Ec. 2.36})$$

$$CV = Sob \quad (\text{Ec. 2.37})$$

Para después con los valores de carga muerta y viva, obtener la carga última ( $W$ ), sobre la losa:

$$W = 1,4CM + 1,7CV \quad (\text{Ec. 2.38})$$

Para poder calcular los momentos que actúan en el sentido que trabaja la losa. Se utilizan las siguientes relaciones:

### Momento positivo

#### Vanos extremos

El extremo discontinuo no está restringido  $w_u l_n^2 / 11$

El extremo discontinuo es monolítico con el apoyo  $w_u l_n^2 / 14$

Vanos interiores  $w_u l_n^2 / 16$

#### Momento negativo en la cara exterior del primer apoyo interior

Dos vanos  $w_u l_n^2 / 9$

Más de dos vanos  $w_u l_n^2 / 10$

#### Momento negativo en las demás caras

De apoyos interiores  $w_u l_n^2 / 11$

Momento negativo en la cara de todos los apoyos para:

Losas con luces que no excedan de 3 m, y vigas en las cuales la relación entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga exceda de 8 en cada extremo del vano

$$w_u l n^2 / 12$$

Momento negativo en la cara interior de los apoyos exteriores para los elementos contruidos monolíticamente con los apoyos:

Cuando el apoyo es una viga de borde

$$w_u l n^2 / 24$$

Cuando el apoyo es una columna

$$w_u l n^2 / 16$$

Estas relaciones son aplicables siempre y cuando las losas cumplan los siguientes requisitos:

- Haya dos o más vanos
- Los vanos sean aproximadamente iguales, sin que el mayor de los vanos adyacentes exceda en más de 20 % al menor
- Las cargas estén uniformemente distribuidas
- La sobrecarga unitaria no exceda en 3 veces la carga permanente unitaria
- Los elementos sean prismáticos

Para calcular el área de acero ( $A_s$ ), primero se calculó el momento resistente ( $M_U$ ) del área de acero mínimo de la losa ( $A_{s_{\min}}$ ). Para determinar en cuales son los momentos a los que hay que reforzar con una cuantía mayor a la del  $A_{s_{\min}}$ .

$A_{s_{\min}}$ , está dada por:

$$A_{s_{\min}} = 0,40 \times \frac{14,1}{f_y} bd \quad (\text{Ec. 2.39})$$

Donde:

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$d$  = peralte efectivo

$M_u$ , está dado por:

$$M_u = \phi \left[ A_s f_y \left( d - \frac{A_s f_y}{1,7 f'_c b} \right) \right] \quad (\text{Ec. 2.40})$$

Donde:

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$A_s$ , está dada por:

$$A_s = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Md}{0,003825 f'_c}} \right] 0,85 \frac{f'_c}{f_y} \quad (\text{Ec. 2.41})$$

Donde:

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$d$  = peralte efectivo

También se calcula acero por temperatura ( $A_{s_t}$ ), el cual está dado por:

$$A_{s_t} = 0.002bt \quad (\text{Ec.2.42})$$

Donde:

$$b = 1.00 \text{ m}$$

t = espesor de losa

El espaciamiento máximo (S), estará dado por:

$$S_{\text{máx}} = 3t \quad (\text{Ec. 2.43})$$

Diseño de losas en dos direcciones

En las losas en dos direcciones el espesor (t), se calcula por la siguiente fórmula:

$$t = \frac{P}{180} \quad (\text{Ec. 2.44})$$

Donde:

P = perímetro de la losa a claros libres

Los momentos de las losas en dos sentidos, se calculan generalmente con el método 3, del ACI. A continuación se exponen los conceptos básicos, notación:

a = longitud del claro libre corto

b = longitud del claro libre largo

C = coeficientes para el cálculo de momentos tiene subíndices de identificación, como:

$C_{aCM}$ ,  $C_{aCV}$ ,  $C_{bCM}$  y  $C_{bCV}$

m = relación a/b

W = carga última uniforme, se calcula igual que para losas en un sentido

Los momentos en cada lado (a y b), están dados por las ecuaciones:

$$M_{a(-)} = C_{aCM}Wa^2$$

$$M_{a(+)} = C_{aCV}a^2(1,4CM + 1,7CV)$$

$$M_{b(-)} = C_{bCM}Wb^2$$

$$M_{b(+)} = C_{bCV}b^2(1,4CM + 1,7CV)$$

En los bordes discontinuos se usó un momento negativo igual a un tercio (1/3) del momento positivo. Cuando el momento negativo en un lado de un apoyo es mayor del 80 % que el otro lado, la diferencia se distribuirá en proporción a la rigidez relativa de las losas; y si es menor la diferencia se puede distribuir por el promedio de ambos momentos. Los cálculos de  $A_s$  y  $S_{m\acute{a}x}$ , son exactamente iguales que en las losas en un sentido, solo que ahora se realizan en ambos sentidos.

### **2.5.2. Diseño de vigas**

Determinadas las dimensiones de una viga, las cargas y los momentos de servicio, las vigas deben de cumplir los siguientes parámetros:



Requisitos de armado para flexión:

El área de acero mínimo de refuerzo será igual a:

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} bd \quad (\text{Ec. 2.45})$$

El área de acero máximo de refuerzo será igual a:

$$A_{s_{\max}} = 0,5 \times 0,85 \beta_1 \frac{f'c}{f_y} \left( \frac{6090}{(6090 + f_y)} \right) bd \quad (\text{Ec. 2.46})$$

Donde:

$$\beta_1 = 0,85 \Rightarrow f'c \leq 280 \text{kg/cm}^2 \quad (\text{Ec. 5.12})$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,05 \left( \frac{f'c - 280}{70} \right) \Rightarrow f'c > 280 \text{kg/cm}^2 \quad (\text{Ec. 2.47})$$

$$\beta_1 = 0,65 \Rightarrow f'c > 560 \text{kg/cm}^2 \quad (\text{Ec. 2.48})$$

El área de acero estará dada por:

$$A_s = \left[ bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u d}{0,003825 f'c}} \right] 0,85 \frac{f'c}{f_y} \quad (\text{Ec. 2.49})$$

En el armado de la cama superior e inferior de la viga, se utilizarán por lo menos 2 barras corridas de refuerzo.

El refuerzo positivo corrido (cama inferior), será el mayor de los siguientes valores:

$$A_{s_{\text{mín}}}$$
$$0,5 A_{s(+)}$$
$$0,5 A_{s(-)}$$

El refuerzo negativo corrido (cama superior), será el mayor de los siguientes valores:

$$A_{s_{\text{mín}}}$$
$$\frac{1}{3} A_{s(-)}$$

El refuerzo negativo y positivo en cualquier sección de la viga, no debe ser menor a  $\frac{1}{4}$  del refuerzo al rostro de la columna.

Requerimiento de armado para refuerzo transversal (estribos):

Los estribos son requeridos para una longitud igual a dos veces al peralte de la viga, a partir del rostro de la columna.

Cuando sean necesarios los estribos, el espaciamiento de los mismos no excederá:

- $\frac{1}{4} d$ .
- 8 veces la barra longitudinal más pequeña.
- 24 veces el diámetro del estribo (usualmente  $\frac{3}{8}'' = 9'' = 0,22 \text{ m}$ ).
- 12'' (0,30 m).
- El primer espaciamiento de estribos no será mayor a 0,05 m.
- Donde los estribos sean requeridos se utilizarán barras longitudinales en el perímetro para el apoyo lateral de los mismo.

- Donde los estribos no sean requeridos, se colocarán los mismo con un espaciamiento máximo de  $\frac{1}{2} d$ .

Para el refuerzo transversal (estribos), se deben calcular los estribos en función del corte actuante ( $V_a$ ), al rostro de la columna; obtenido del diagrama de corte y se compara con el corte resistido por el concreto ( $V_r$ ), en caso de no ser mayor ( $V_a < V_r$ ), se utiliza el espaciamiento ( $S$ ) de  $\frac{1}{2} d$ , si el  $V_a$  es mayor a  $V_r$  ( $V_a > V_r$ ), se ha de calcular el espaciamiento  $S$ .

Tabla VI. **Ecuaciones para el cálculo de acero por corte ( $A_{s_c}$ ) en vigas**

|  |
|--|
| <p><b>Esfuerzo de corte en la viga:</b></p> $v = \frac{V}{bd} \quad (\text{Ec. 2.50})$   |
| <p><b>Corte resistente del concreto:</b></p> $V_c = \phi 0,53 \sqrt{f'_c} b d \quad (\text{Ec. 2.51})$ <p><math>\phi = 0,58</math>; para esfuerzos cortantes</p> |
| <p><b>Espaciamientos de estribos:</b></p> $S = \frac{A_v f_y d}{V_a - V_r} \quad (\text{Ec. 2.52})$  |

Fuente: elaboración propia, apuntes curso de concreto armado 2.

### 2.5.3. Diseño de columnas

Los parámetros que deben cumplir las columnas como elementos sismo resistentes son:

Requisitos de armado para esfuerzos de flexión:

- La carga axial facturada sobre la columna será menor que:

$$P_A < \frac{A_g f'_c}{10} \quad (\text{Ec. 2.53})$$

- La dimensión menor de la columna será igual o mayor a 0,30 m
- La relación de las dimensiones de la columna será mayor o igual a 0,4
- El  $A_s$  para zonas sísmicas está comprendido dentro de:

$$0.01A_g \leq A_s \leq 0.06A_g$$

Requerimientos armado para confinamiento:

Se armara una longitud de confinamiento ( $L_o$ ) a partir del rostro de la viga. La longitud de confinamiento será el valor mayor de las siguientes condiciones:

- El lado mayor de la columna
- 1/6 de la altura libre de la columna
- 0,45 m

El espaciamiento de la longitud de confinamiento ( $S_o$ ), será el menor de las siguientes consideraciones:

- $\frac{1}{4}$  del lado menor de la columna
- 0,10 m

- El  $S_o$  calculado

El primer espaciamiento será igual a  $S_o/2$

$S_o$  está dado por:

$$S_o = \frac{2A_v}{L_n \rho} \quad (\text{Ec. 2.53})$$

Donde:

- $A_v$  = área varilla de estribo
- $L_n$  = longitud máxima no soportada por el estribo
- $\rho$  = relación volumétrica

$\rho$  está determinada por:

$$\rho = 0,45 \left[ \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right] \times 0,85 \frac{f'_c}{f_y} \quad (\text{Ec. 2.54})$$

Donde:

- $A_g$  = área varilla de estribo
- $A_{ch}$  = longitud máxima no soportada por el estribo

Fuera de la longitud de confinamiento, los estribos tendrán el menor espaciamiento ( $S'$ ) de los siguientes:

- $6 \phi_v$
- 0,15 m

$\phi_v$  = diámetro barra longitudinal principal

Previo al diseño de una columna, se evalúan los efectos de esbeltez para obtener los momentos y cargas de diseño.

La ecuación para considerar los efectos de esbeltez es la siguiente:

$$E = \frac{KL_n}{r} \quad (\text{Ec. 2.55})$$

Donde:

E = esbeltez

K = factor de pandeo

$L_n$  = longitud libre

r = radio de giro, donde;

r = 0,30  $h_x$  o 0,30 $h_y$  (el menor)

cuando:

$E < 21$  ; no se magnifican momentos

$21 \leq E \leq 100$  ; se magnifican momentos

$E \geq 100$  ; no es recomendable construir

El valor K se determina con la siguiente ecuación:

$$K = \frac{20 - \psi_{\text{prom}}}{20} \sqrt{1 + \psi_{\text{prom}}} ; \quad \text{cuando } \psi_{\text{prom}} < 2 \quad (\text{Ec. 2.56})$$

$$K = 0,90 \sqrt{1 + \psi_{\text{prom}}} ; \quad \text{cuando } \psi_{\text{prom}} \geq 2 \quad (\text{Ec.2.57})$$

$$\Psi_{\text{prom}} = \frac{\Psi_a + \Psi_b}{2} \quad (\text{Ec. 2.58})$$

donde  $\Psi_a$  y  $\Psi_b$  corresponden a la sumatoria de rigideces en ambos extremos de apoyo de la columna y se expresan de la siguiente forma:

$$\Psi_{a-b} = \frac{\sum EI/L_{\text{col}}}{\sum EI/L_{\text{vigas}}} \quad (\text{Ec. 2.59})$$

La ecuación de magnificación de momentos es la siguiente ( $M_d$ ):

$$M_d = \delta M_u \quad (\text{Ec. 2.60})$$

Donde:

$M_u$  = momento último

$\delta$  = magnificador de momentos

$\delta$ , se expresa por:

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi P_{cr}}} \quad (\text{Ec. 2.61})$$

Donde:

$P_u$  = carga última actuante

$P_{cr}$  = carga crítica de pandeo (Euler)

$\phi$  = factor de compresión

( $\phi$ ) = 0,70 para estribos)

$P_{cr}$ , se expresa por:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL_n)^2} \quad (\text{Ec. 2.62})$$

Donde:

$E$  = módulo de Young

$I$  = momento de inercia

$K$  = factor de pandeo

$L_n$  = longitud libre entre apoyos

$EI$ , se expresa por:

$$EI = \frac{E_c I_g / 2.5}{1 + \beta_d} \quad (\text{Ec. 2.63})$$

Donde:

$E_c$  = módulo de elasticidad del concreto

$$E_c = 15100 \sqrt{f'_c}$$



$I_g$  = momento de inercia centroídal de la columna

$$I_g = bh^3/12$$

$\beta_d$  = factor de flujo plástico

$$\beta_d = \frac{1,4CM}{1,4CM + 1,7CV} = \frac{CM_u}{C_u}$$

$$0 \leq \beta_d \leq 1$$

Para diseñar columnas tomando en cuenta la carga axial y los dos momentos actuantes se utilizara la ecuación de Bressler:

$$\frac{1}{P_r} = \frac{1}{P_x} + \frac{1}{P_y} - \frac{1}{P_o} \quad (\text{Ec. 2.64})$$

Donde:

$P_r$  = carga máxima que soporta una columna con excentricidad  $e$

$P_x$  = carga máxima que soporta una columna con excentricidad  $e_x$

$P_y$  = carga máxima que soporta una columna con excentricidad  $e_y$

$P_o$  = carga axial que soporta una columna

En el presente trabajo para simplificar el cálculo de la carga máxima que soporta la columna con flexión biaxial, se utilizó la ecuación de Bressler, pero se solucionará de una forma alterna; asumiendo que las distintas cargas se encuentran en función de constantes alfa ( $\alpha$ ), de la siguiente forma:

$$\frac{1}{\alpha_r} = \frac{1}{\alpha_x} + \frac{1}{\alpha_y} - \frac{1}{\alpha_o} \quad (\text{Ec. 2.65})$$

de donde:

$$P_r = 0.85f'cbh\alpha_r \quad (\text{Ec. 2.66})$$

simplificando la ecuación 2.65, tenemos:

$$\alpha_r = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_x} + \frac{1}{\alpha_y} - \frac{1}{\alpha_o}} \quad (\text{Ec. 2.67})$$

$\alpha_o$ , está expresada por:

$$\alpha_o = 1 + \omega \quad (\text{Ec. 2.68})$$

Donde:

$\omega$  = cuantía de acero en el diagrama de interacción

$\omega$ , está expresada por:

$$\omega = \rho \frac{f_y}{0.85f'c} \quad (\text{Ec. 2.69})$$

Donde:

$\rho$  = cuantía de acero propuesta

$\alpha_x$  y  $\alpha_y$  se encuentran interpolando en los diagramas de interacción los valores

de;  $\omega$  con  $e_x$  y  $e_y$ , las cuales se definen como:

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} \quad (\text{Ec. 2.70})$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} \quad (\text{Ec. 2.71})$$

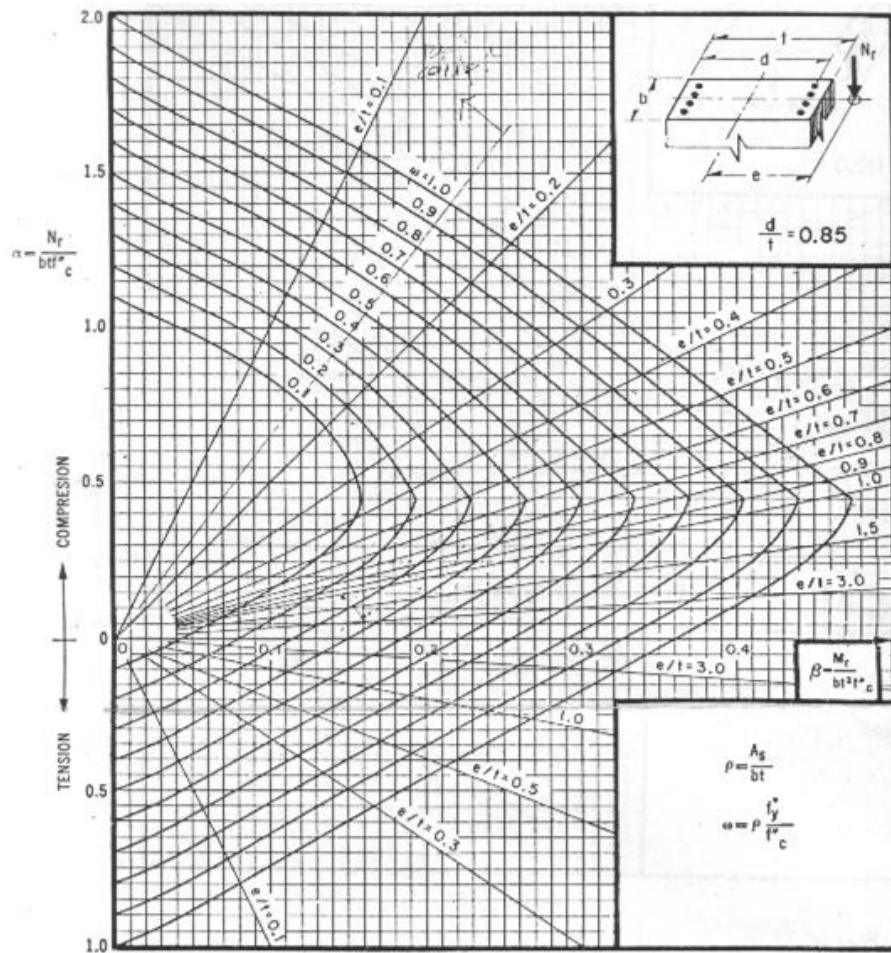
Donde:

$M_{dx}$  = momento de diseño en x

$M_{dy}$  = momento de diseño en y

$P_u$  = carga ultima actuante

Figura 8. Diagrama de interacción de columnas

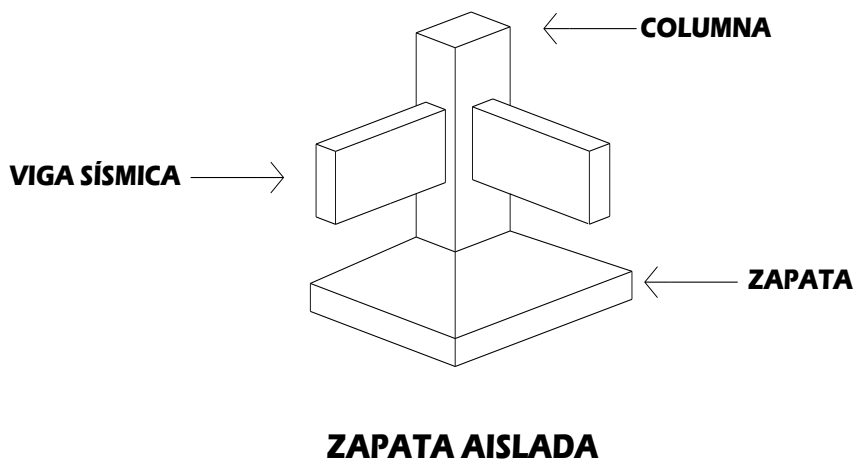


Fuente: GONZALES CUEVAS, Francisco. DIAZ de COSSIO, Roger. CASILLAS, Juan.  
*Aspectos fundamentales del concreto reforzado.* p. 396.

#### 2.5.4. Diseño de vigas sísmicas

En ausencia de un análisis dinámico completo de la subestructura la función es lograr que la estructura se mueva como una sola unidad ante la acción de un desplazamiento horizontal del terreno; no se pretende que estas vigas absorban momentos flexionantes de consideración, sino solamente fuerzas axiales y por ello suelen diseñarse para que la capacidad ante una carga axial de tensión o compresión sea igual al 10 % de la carga máxima transferida por las columnas que se unen.

Figura 9. **Viga sísmica**



Fuente: MELI PIRALLA, Roberto. *Diseño estructural*. p. 540.

Como las cargas axiales con las que se diseña pueden ser de tensión o compresión, se pueden diseñar, para que cumplan los siguientes requisitos:

- Porcentaje mínimo de acero longitudinal: 1 %

- Porcentaje máximo de acero longitudinal: 6 %
- Diámetro mínimo de estribos: 8 mm (5/16”).
- Espaciamiento máximo y mínimo de estribos igual que para columnas.
- Diámetro mínimo de acero longitudinal: 12 mm (1/2”).
- Para permitir que las bases de cimentación a la zapata sean coladas antes que las vigas de unión, deberán detallarse barras iniciadoras de viga desde la cimentación.
- La revisión de diseño para el caso de compresión debe llevarse a cabo como para el diseño de columnas, con respecto a aspectos tales como esfuerzos admisibles en compresión, efectos de esbeltez y estribos de confinamiento.

En el presente trabajo se diseñaron las vigas sísmicas para soportar una carga de compresión equivalente al 10 % de las cargas axiales de las columnas que sustente. Por lo que la carga máxima que deberá soportar la columna estará dada por:

$$P_{rs} = 0.85f'_cA_g + A_{st}f_y \quad (\text{Ec. 5.39})$$

Donde:

$P_{rs}$  = carga máxima que soporta una viga sísmica diseñada a compresión

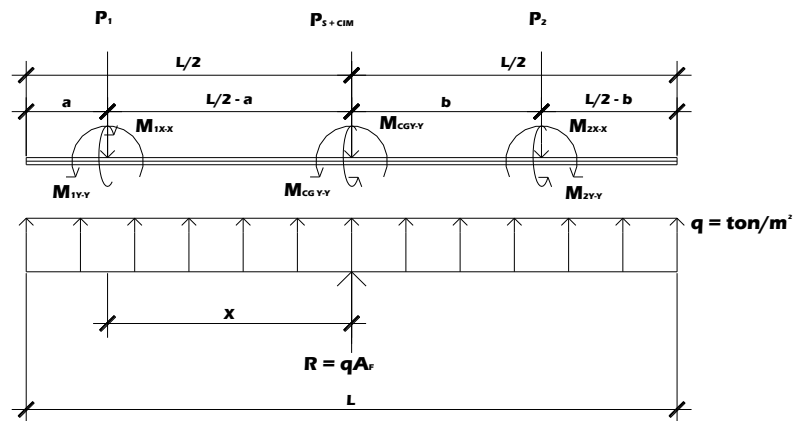
$A_g$  = sección de la viga sísmica

$A_{st}$  = área propuesta de acero

## 2.5.5. Diseño de cimentación

Al momento de iniciar el proceso de estructuración del edificio para aulas, se tiene la idea de que el tipo de cimentación para el mismo debía ser una zapata aislada, que son elementos estructurales generalmente cuadrados o rectangulares y más raramente circulares, que se construyen bajo las columnas con el objeto de transmitir la carga de estas al terreno en una mayor área, para lograr una presión adecuada, y generalmente son construidas de concreto reforzado.

Figura 10. Diagrama de fuerzas en zapatas



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorsworks.

De donde se observa que la resultante ( $R$ ) está en función del área de la zapata y de la sumatoria de fuerzas verticales. Haciendo sumatoria de momentos respecto a la columna 1 se puede determinar la distancia ( $X$ ), a la que actúa la resultante ( $R$ ) y con esta encontrar la longitud ( $L$ ) de la zapata. Por lo que se puede afirmar que  $L$  está en función:

$$L = \left( \frac{P_1}{P_1 + P_2} + X \right) \times 2 \quad (\text{Ec. 2.73})$$

Como el área de la zapata está dada por la longitud (L) por el ancho (b), se tiene:

$$A_z = BL \quad (\text{Ec. 2.74})$$

$$q_d \approx V_s \approx \frac{R}{A_z} \quad (\text{Ec. 2.75})$$

$$b = \frac{R}{V_s L} \quad (\text{Ec. 2.76})$$

Estas relaciones matemáticas únicamente sirven para encontrar un área de zapata cuyo centro geométrico coincida con la línea de acción de las fuerzas verticales. Pero se debe de recordar que la zapata en sí es un sistema sometido a carga y a flexión biaxial, por lo que se deben chequear las presiones que provocan las cuatro esquinas de las zapatas, obtenidas por la ecuación de esfuerzos combinados:

$$q = \frac{R}{A_z} \pm \frac{M_{CGX-X}}{S_{X-X}} \pm \frac{M_{CGY-Y}}{S_{Y-Y}} \quad (\text{Ec. 2.77})$$

Donde:

$M_{CGX-X}, M_{CGY-Y}$  : momento del centro de gravedad en el eje X-X; y  
momento del centro de gravedad en el eje Y-Y.  
 $S_{CGX-X}, S_{CGY-Y}$  : módulo de sección en el centro de gravedad en el eje X-X; y  
módulo de sección en el centro de gravedad en el eje Y-Y.

$S_{CGX-X}$ , está dada por:

$$S_{CGX-X} = 1/6 B^2 L \quad (\text{Ec. 2.78})$$

$S_{CGY-Y}$ , está dada por:

$$S_{CGY-Y} = 1/6 BL^2 \quad (\text{Ec. 2.79})$$

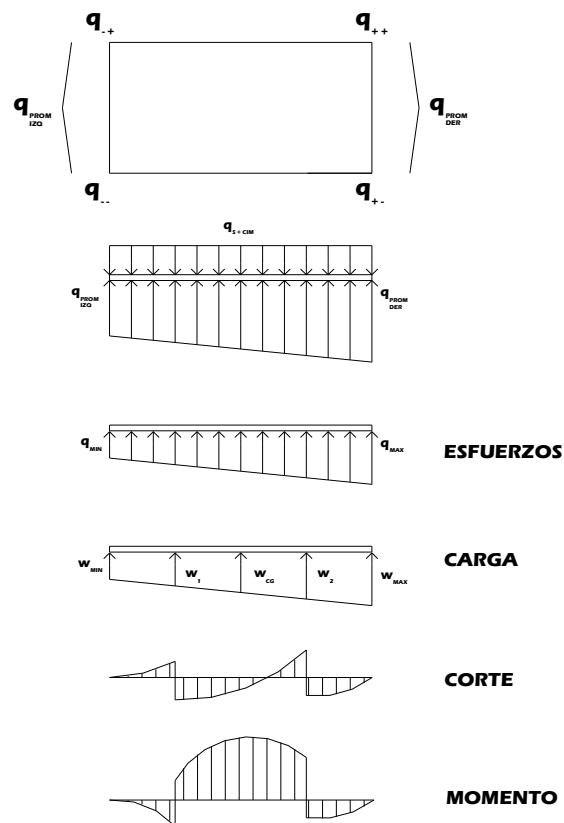
que debe cumplir:

$$q_{++} < V_s \quad (\text{Ec. 2.80})$$

$$q_{-} \geq 0 \quad (\text{Ec. 2.81})$$

De la distribución de esfuerzos en cada esquina se tomará un promedio para ambos lados se multiplicará por el ancho (B), de la zapata y de esta forma se obtendrá una carga distribuida (W), de la cual se podrá obtener fácilmente un diagrama de corte (V) y otro de momento (M), con cuales se puede determinar la cantidad de refuerzo estructural.

Figura 11. **Interacción de esfuerzos de la zapata con respecto a las fuerzas resistivas internas**



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.



Adicionalmente, se reforzará la zapata en el sentido corto (x-x) con un área de acero, para que este ayude a absorber la flexión el sentido corto del cimiento, para tratar que la estructura trabaje como el modelo deseado (como una viga soportada en dos apoyos), ya que una vigas solamente tiene flexión en un solo sentido, que es en el lado largo. El acero transversal se diseña con una presión uniforme de diseño ( $q_d$ ) igual a:

$$q_d = \frac{P_u}{Bb} \quad (\text{Ec. 2.82})$$

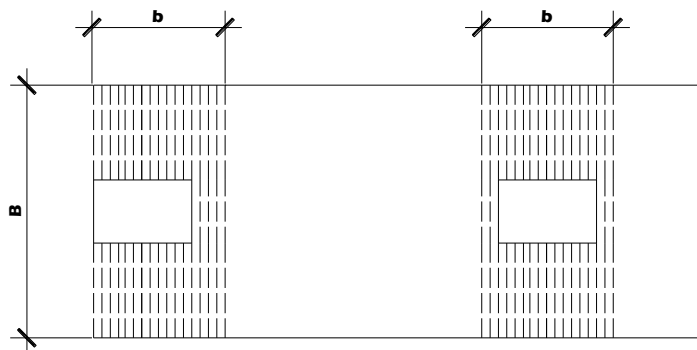
Donde:

$P_u$  = carga puntual de la columna

$B$  = ancho de la zapata

$b$  = lado de la columna +  $1.5d_{\text{efectivo}}$

Figura 12. **Área de refuerzo transversal de zapata combinada**



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.

Para calcular la cantidad de acero de refuerzo, tanto del acero longitudinal como del transversal, se utilizarán las ecuaciones de la sección 2.5.2. Para determinar el momento flector que debe resistir el acero transversal se utilizará la expresión:

$$M_{ACT} = \frac{q_d l^2}{2} \quad (\text{Ec. 2.83})$$

Donde:

$M_{ACT}$  = momento flector transversal en zapata

$q_d$  = presión uniforme de diseño

$l$  = ancho libre de la zapata

En el diseño de por corte simple de la zapata se utilizará la expresión:

$$V_c = \phi 0.53 \sqrt{f'c} b d \quad (\text{Ec. 2.84})$$

Observando que el corte resistente ( $V_c$ ) siempre sea mayor que el corte actuante ( $V_a$ ) a rostro externo de la columna:

$$V_c > V_a \quad (\text{Ec. 2.85})$$

Para el diseño de por corte punzonante de la zapata se utilizará la expresión:

$$V_p = \phi 1.06 \sqrt{f'c} b P_p \quad (\text{Ec. 2.86})$$

$P_p$ , se le conoce como perímetro punzonante y está dado por la relación:

$$P_p = 2 \phi (h_x + h_y + 2d) \quad (\text{Ec. 2.87})$$

Observando que el corte punzonante ( $V_p$ ) siempre sea mayor que el corte punzonante actuante ( $V_{pa}$ ):

$$V_p > V_{pa}, \quad (\text{Ec. 2.88})$$

El  $V_{pa}$ , está dado por:

$$V_{pa} = P_u - q_p (h_x + d) (h_y + d) \quad (\text{Ec. 2.89})$$

Donde:

- $\phi = 0,85$
- $h_x =$  lado en el sentido x-x de la columna
- $h_y =$  lado en el sentido y-y de la columna
- $d =$  peralte efectivo de la zapata

### 2.5.6. Diseño de escaleras

Para el diseño de escaleras primero se deben determinar las condiciones de apoyo de las mismas, si se encuentran empotradas en un extremo y simplemente apoyadas en otro, con ambos extremos empotrados o con extremos empotrados y descanso en voladizo. En el presente trabajo se diseñaron escaleras con un apoyo empotrado y otro simplemente apoyado.

## Relaciones que deben cumplirse para comodidad

El que la escalera sea cómoda y segura depende de la relación de pendiente o relación de dimensiones de los peldaños, es decir, la relación de huella y contrahuella. Las siguientes relaciones pueden garantizar la comodidad de una escalera:

- $C \leq 0,20 \text{ m}$
- $H > C$
- $2C + H \leq 0,64 \text{ m}$
- $C + H \approx 0,45 \text{ a } 0,48 \text{ m}$
- $(C)(H) \approx 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$

## Cálculo de armado de acero

El cálculo de espesor  $t$  está dado por

$$t = \frac{l_n}{24} \quad (\text{Ec. 2.90})$$

Donde:

$l_n$  = claro que cubre la escalera

Integración de cargas:

Carga muerta, primero se procede a determinar el área del escalón; con esta se calcula el peso volumétrico y se multiplicará por el número de escalones se suma el peso del descanso y se obtiene la carga muerta

$$CM = P_{UC}(A_{tg} + A_{td}) \quad (\text{Ec. 2.91})$$

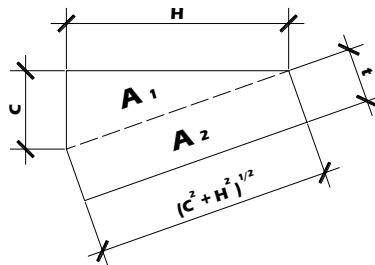
Donde:

$A_{tg}$  = área transversal escalón

$A_{td}$  = área transversal descanso

$P_{UC}$  = peso unitario del concreto

Figura 13. Área escalón



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.

Carga viva, en este caso solo se toma el valor de la sobrecarga:

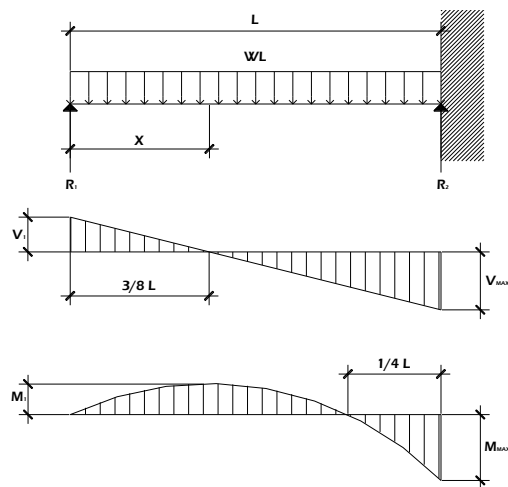
$$CV = Sob \quad (\text{Ec. 2.92})$$

Carga última, está dada por:

$$C_U = 1,4CM + 1,7CV \quad (\text{Ec. 2.93})$$

El modelo matemático de la estructura está dado por la figura 2.

Figura 14. **Modelo matemático de una viga empotrada en un extremo y apoyada en otro**



Fuente: CRESPO VILLALAZ, Carlos.. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p. 395.

El momento máximo ( $M_{m\acute{a}x}$ ), está dado por:

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{C_U l^2}{8} \quad (\text{Ec. 2.94})$$

El momento positivo ( $M_+$ ), está dado por:

$$M_+ = \frac{9}{128} C_U l^2 \quad (\text{Ec. 2.95})$$

El cortante en el apoyo ( $V_1$ ), está dado por:

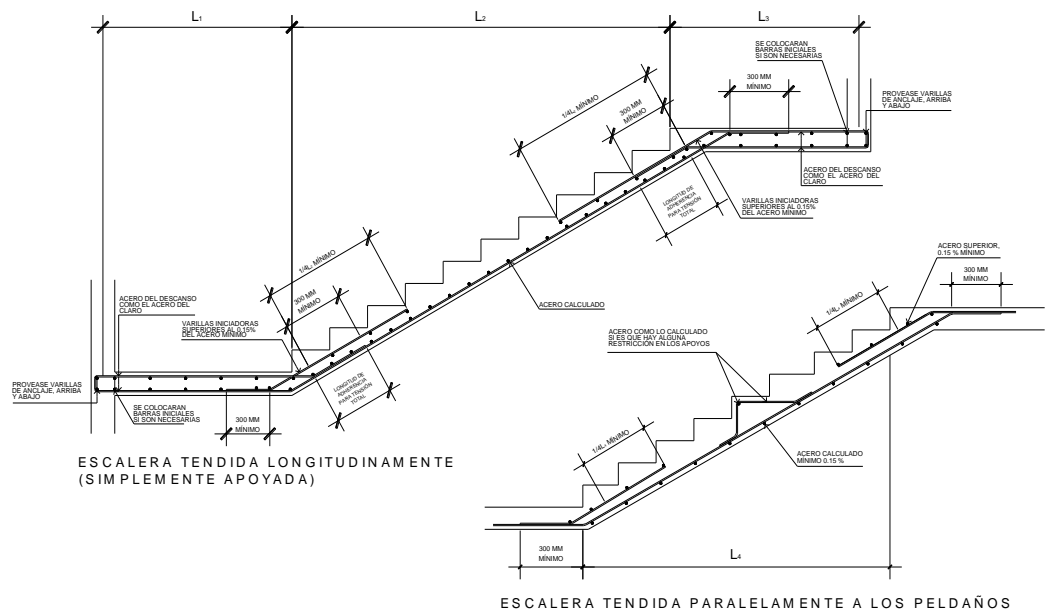
$$V_1 = \frac{3}{8} C_U l \quad (\text{Ec. 2.96})$$

El cortante en el empotramiento ( $V_{\text{m}\acute{a}\text{x}}$ ), está dado por:

$$V_{\text{m}\acute{a}\text{x}} = \frac{5}{8} C_U l \quad (\text{Ec. 2.97})$$

El diseño y cálculo del refuerzo estructural es idéntico al de una viga por lo que se refiere a la sección 2.5.2 para el mismo. Lo que es de resaltar es el detalle del armado de las escaleras, por lo que se presenta en la figura 15.

Figura 15. **Detalles de armadura para escaleras con un apoyo empotrado y otro simplemente apoyado**



Fuente: DOWRICK. D. *Diseño de estructuras resistentes para ingenieros y arquitectos.* p. 255.

## **2.6. Diseño estructural del Instituto nacional de educación básica del municipio de Casillas, departamento de Santa Rosa**

El diseño estructural se realiza a partir de un adecuado balance entre las funciones propias que un material puede cumplir, a partir de las características naturales específicas, las capacidades mecánicas y el menor costo que puede conseguirse. El costo de la estructura siempre debe ser el menor, pero obteniendo el mejor resultado a partir de un análisis estructural previo.

### **2.6.1. Descripción del proyecto**

El proyecto, consiste en un edificio de 2 plantas, el primer nivel será utilizado como aulas de impartir clases (6) y una aula de computación, dirección, cocina, servicios sanitarios para hombres y mujeres, bodega y salón de maestros. Y el segundo nivel igual al primero a excepción del aula de computación que se utilizará para educación para el hogar. Ubicación del proyecto: municipio de Casillas, departamento de Santa Rosa.

### **2.6.2. Datos utilizados en el diseño**

Propiedades de los materiales:

$$\begin{aligned} \text{Concreto: } f'_c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ E_c &= 15\,100 \sqrt{f'_c} \\ W_c &= 2\,400 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Acero: } f_y &= 2\,800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (losas y gradas)} \\ f_y &= 4\,200 \text{ kg/cm}^2 \text{ (vigas, columnas y zapatas)} \end{aligned}$$



$$E_c = 2,04 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

Datos de diseño:

$$V_s = 20,00 \text{ ton/m}^2$$

$$W_s = 0,93 \text{ ton/m}^2$$

$$\emptyset = 26,50^\circ$$

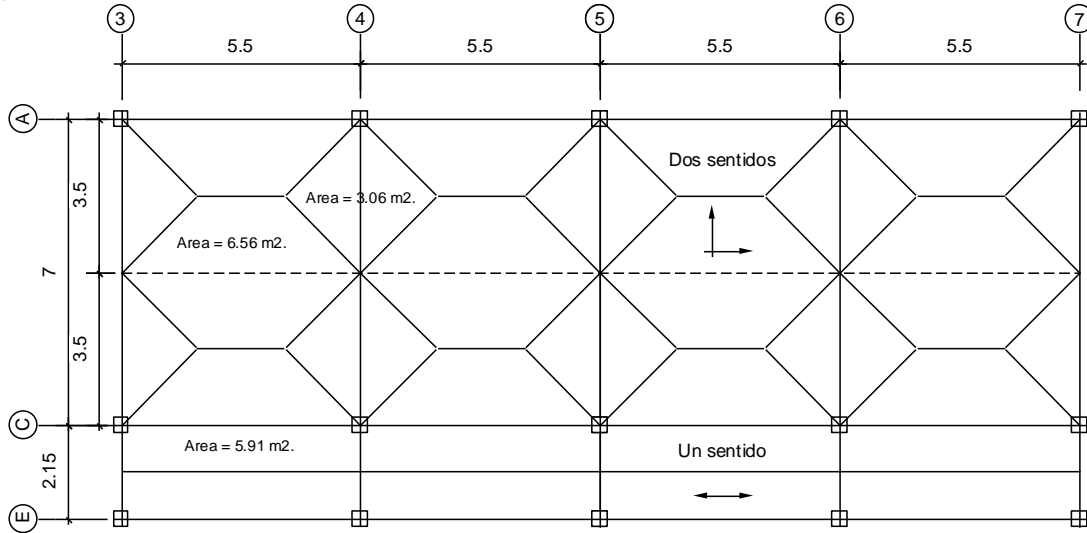
Cargas vivas en la edificación:

| Tipo de ocupación o uso         | Carga viva                  |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Azotea con acceso privado       | 100,00 (kg/m <sup>2</sup> ) |
| Aulas (aplica entrepiso)        | 300,00 (kg/m <sup>2</sup> ) |
| Escaleras                       | 500,00 (kg/m <sup>2</sup> ) |
| Balcones cornisas y marquesinas | 400,00 (kg/m <sup>2</sup> ) |

Pesos muertos de los materiales:

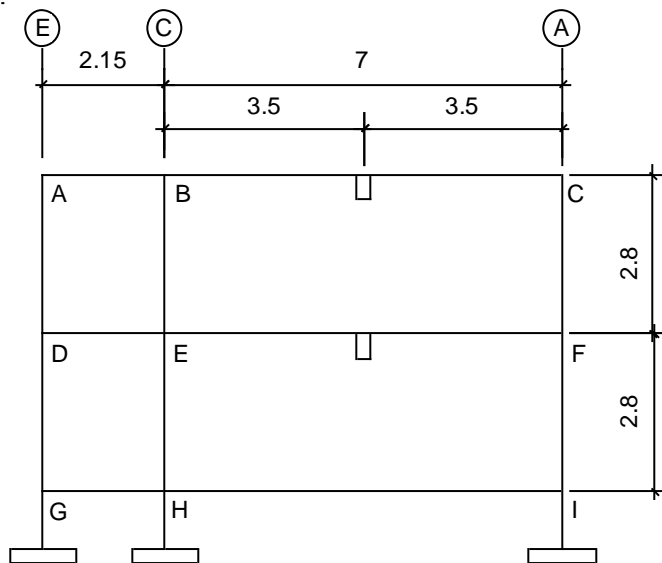
| Material                        | Peso muerto                |
|---------------------------------|----------------------------|
| Concreto reforzado              | 2 400 (kg/m <sup>3</sup> ) |
| Paredes de block poma de 0,20 m | 140 (kg/m <sup>2</sup> )   |
| Paredes de block poma de 0,10 m | 85 (kg/m <sup>2</sup> )    |
| Repellos y cernidos (acabados)  | 80 (kg/m <sup>2</sup> )    |
| Pisos de granito con morteros   | 120 (kg/m <sup>2</sup> )   |

Figura 16. **Planta estructural de piso típica**



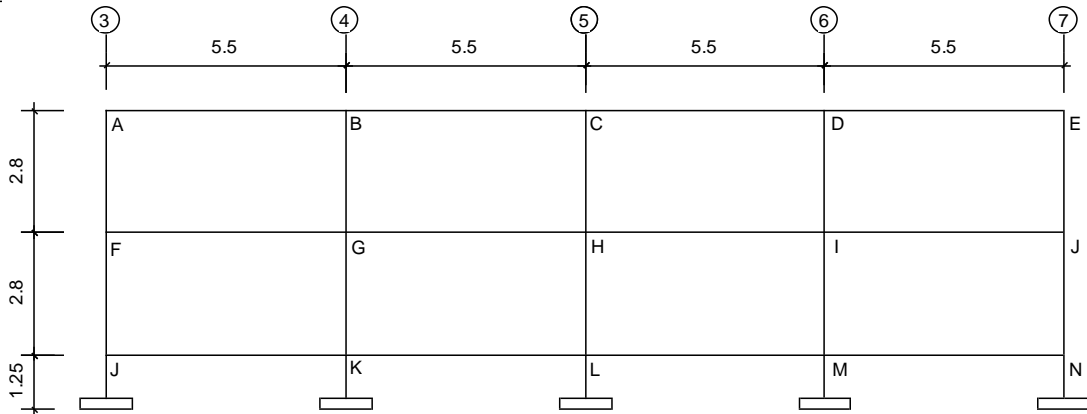
Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.

Figura 17. **Modelo matemático de la estructura en y-y**



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.

Figura 18. **Modelo matemático de la estructura en x-x**



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorwork.

### 2.6.3. **Predimensionamiento de elementos estructurales**

En esta sección se proponen secciones de elementos estructurales, para iniciar el proceso diseño estructural. En la parte final del diseño se verificará si las mismas cumplen los requisitos de servicialidad necesarios.

#### Predimensionamiento de vigas

Se utilizan en este caso los criterios de las tablas, para determinar el peralte (d) de las vigas; aplicándolas sobre el claro más grande 5,50m, se obtienen:

Tabla VII. **Predimensionamiento del peralte de las vigas**

| <b>Criterio</b> | <b>d<sub>1</sub> (cm)</b> | <b>d<sub>2</sub> (cm)</b> | <b>d<sub>prom</sub> (cm)</b> |
|-----------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| IMCYC/ACI       | 60,00                     | 40,00                     | 50,00                        |
| ACI TABLA 2.    | 32,00                     | 29,00                     | 31,00                        |
| ACI TABLA 2.    | 50,00                     | 50,00                     | 50,00                        |

$$d_{prom} \approx 44,00$$

Fuente: elaboración propia.

De donde se propone:  $d = 45,00$  cm

Se tiene;  $\frac{d}{b} \leq 3 \Rightarrow b = \frac{d}{3}$ , se tiene:  $b = \frac{45}{3} = 15$

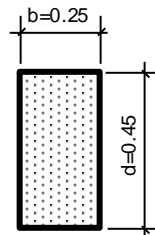
también se tiene,  $\frac{l}{b} \leq 30$ , entonces  $\frac{600 - 15}{15} = 39 \geq 30$

De donde se observa que la relación  $l/b$  no se cumple por lo que proponemos:

$$b = \frac{2}{5}d \Rightarrow b = \frac{2 \times 45}{5} \cong 20 \quad \text{la cual si cumple con: } \frac{l}{b} = 29 \leq 30$$

De donde proponemos:  $b = 25,00$  cm.

Figura 19. **Sección predimensionada de la viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.

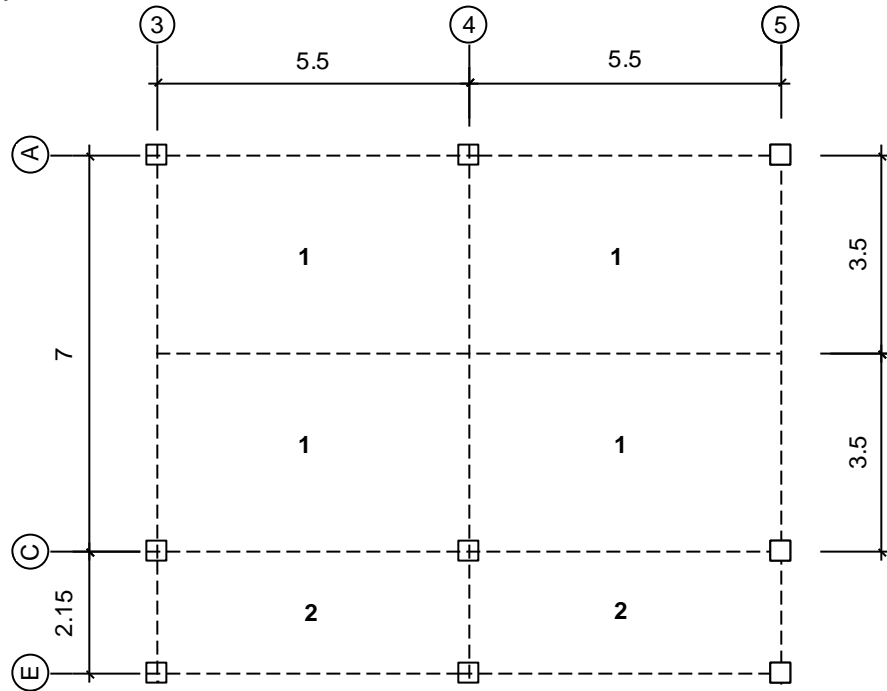
Espesor de losas (t)

Debido a la simetría de la retícula se analizó solo un lado de la estructura. En la figura 20, se observa que la losa 1 por ser la de mayor es la que impone el espesor (esto debido a que es la losa de mayor área y por ende la que mayores momentos flectores soporta). Por lo que, aplicando la ecuación 2.44, se tiene que:

$$t = p/180 = (5.50 \times 2) + (3.50 \times 2) / 180 = 0.10 \text{ mts}$$

El espesor general de las losas de los dos niveles será de 10 cm

Figura 20. **Planta de losas típicas**



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.

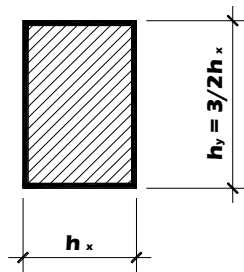
### Predimensionamiento de columnas

Para predimensionar las columnas de este proyecto en particular se tomará en cuenta dos factores: (I.) La esbeltez de la estructura en el eje y-y; (II.) La carga de sollicitación. Para atender el primer factor se propone una relación empírica:

Se propone:  $\frac{h_x}{h_y} = \frac{2}{3} \Rightarrow h_x = \frac{2}{3}h_y$ ,      donde:  $h_x = \sqrt{A_g}$

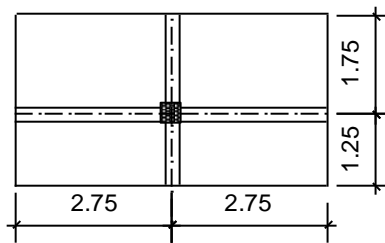
Se propone  $h_x = 0,30$  m; y corresponde un  $h_y = 0,45$  m. Ya habiendo determinado las características geométricas de la columna, se procede a calcular la carga actuante en la columna más crítica; ( $CA_2$ )

Figura 21. **Relación empírica de la sección de las columnas**



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.

Figura 22. **Área tributaria de columna crítica**



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.

Tabla VIII. Integración de cargas sobre la columna

| <b>2º Nivel</b>              |                           |                        |                                     |
|------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Elemento                     | Peso (kg/m <sup>2</sup> ) | Área (m <sup>2</sup> ) | P <sub>act</sub> (kg)               |
| Piso                         | 120                       | 16,50                  | 1 981,20                            |
| Repello + cernido (acabados) | 80                        | 16,50                  | 1 320,00                            |
| Losa                         | 280                       | 16,50                  | 4 620,00                            |
| Vigas                        | 20640                     | 0,12                   | 2 476,80                            |
| Mampostería                  | 85                        | 16,50                  | 1 402,50                            |
|                              |                           |                        | 11 800,50                           |
|                              |                           |                        | <b>P<sub>act</sub> = 11 800,50</b>  |
| <b>1º Nivel</b>              |                           |                        |                                     |
| Elemento                     | Peso (kg/m <sup>2</sup> ) | Área (m <sup>2</sup> ) | P <sub>act</sub> (kg)               |
| Piso                         | 120                       | 16,50                  | 1 981,20                            |
| Repello + cernido            | 80                        | 16,50                  | 1 320,00                            |
| Losa                         | 280                       | 16,50                  | 4 620,00                            |
| Vigas                        | 20640                     | 0,12                   | 2 476,80                            |
| Mampostería                  | 85                        | 16,50                  | 1 402,50                            |
| Columna 2                    | 6912                      | 0,1225                 | 846,72                              |
|                              |                           |                        | 12 647,22                           |
|                              |                           |                        | <b>P<sub>act2</sub> = 15 647,22</b> |
|                              |                           |                        | <b>P<sub>act1</sub> = 24 447,72</b> |

Fuente: elaboración propia.

De la ecuación 2.3  $P_{act} = 0,20Pu$ , y de la ecuación 2.5  $A_g = \frac{P_{act}}{0,17f'c}$

Entonces se tiene que:



Tabla IX. **Secciones de columnas**

| Nivel | $P_{act}$ | $A_g$ (cm <sup>2</sup> ) | $h_x$ (cm) | $h_y$ (cm) |
|-------|-----------|--------------------------|------------|------------|
| 2     | 11 800,50 | 247,89                   | 18,38      | 27,56      |
| 1     | 24 447,72 | 513,60                   | 26,36      | 39,54      |

Fuente: elaboración propia.

Nota: de donde se observa, que para las cargas actuantes sobre las columnas, las secciones son aún más pequeñas en el segundo nivel; esto según el predimensionamiento. Pero, resulta imposible asumir dichas dimensiones ya que no cumplen los requisitos y recomendaciones estructurales para el diseño de columnas. Además se debe recordar que se busca proporcionar elementos sismorresistentes verticales fuertes (columnas); por lo que se debe aumentar la sección respecto a la sección de las vigas, de la siguiente forma:

Tabla X. **Secciones de elementos**

| Sección de columnas |       | Sección de vigas |          |
|---------------------|-------|------------------|----------|
| $h_x$               | $h_y$ | $d$ (cm)         | $b$ (cm) |
| 35,00               | 35,00 | 25,00            | 45,00    |

Fuente: elaboración propia.

#### 2.6.4. Cálculo de elementos de hormigón armado

Como no es objetivo del presente informe de EPS el elaborar una memoria de cálculo detallada, únicamente se tabularán los cálculos desarrollados para determinar el refuerzo de acero que necesitan los elementos de hormigón reforzado.

#### 2.6.5. Cálculo de losas

Para calcular las losas del entrepiso y la terraza del proyecto se utiliza la teoría desarrollada en la sección 2.5.1. Los detalles de armado se podrán consultar en los planos.

Tabla XI. Sentido en el que trabajan las losas

| Losa | a    | b    | m    | Sentido o tipo |
|------|------|------|------|----------------|
| 1    | 5,50 | 3,50 | 0,64 | dos sentidos   |
| 2    | 2,15 | 5,50 | 0,39 | un sentido     |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Integración de cargas verticales sobre la losa 1

|             |               |                            |
|-------------|---------------|----------------------------|
| $CM_{losa}$ | $P_{uctb}$    | 544,14 kg/m <sup>2</sup>   |
| Sobrecarga  | Sob           | 100,00 kg/m <sup>2</sup>   |
| CM          |               | 644,14 kg/m <sup>2</sup>   |
| $CM_u$      | 1,4CM         | 901,80 kg/m <sup>2</sup>   |
| CV          | Sob(t)        | 200,00 kg/m <sup>2</sup>   |
| $CV_u$      | 1,7CV         | 340,00 kg/m <sup>2</sup>   |
|             | $CM_u + CV_u$ | 1 241,80 kg/m <sup>2</sup> |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Coeficientes para momentos en las losas por el método 3 de la ACI**

| Coeficientes M3 ACI |      | M <sub>(-)</sub> |                 | M <sub>(+)</sub> |                 |                 |                 |
|---------------------|------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| losa                | m    | C <sub>a-</sub>  | C <sub>b-</sub> | CM               |                 | CV              |                 |
|                     |      |                  |                 | C <sub>a+</sub>  | C <sub>b+</sub> | C <sub>a+</sub> | C <sub>b+</sub> |
| 2                   | 0,39 | 0,050            | 0,041           | 0,020            | 0,016           | 0,030           | 0,025           |
| 1                   | 0,64 | 0,061            | 0,036           | 0,036            | 0,013           | 0,049           | 0,016           |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Momentos de las losas de terraza eje x-x**

| Momentos eje x-x (kg-m) |                  |                  |                  |                  |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| M <sub>L</sub>          | M <sub>L2</sub>  |                  | M <sub>L1</sub>  |                  |
|                         | M <sub>(-)</sub> | M <sub>(+)</sub> | M <sub>(-)</sub> | M <sub>(+)</sub> |
| 1031,40                 | 1221,26          | 576,01           | 894,80           | 598,80           |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Balaceo de momentos de las losas de terraza eje x-x**

| Balaceo de momentos x-x |                 |
|-------------------------|-----------------|
| M <sub>L2</sub>         | M <sub>L1</sub> |
| 1031,40                 | 1221,26         |
| <b>1126,33</b>          | <b>1126,33</b>  |
| M <sub>L2</sub>         | M <sub>L1</sub> |
| <b>1221,26</b>          | <b>894,80</b>   |
| K <sub>1</sub>          | K <sub>2</sub>  |
| 0,002                   | 0,003           |
| D <sub>1</sub>          | D <sub>2</sub>  |
| 0,41                    | 0,59            |
| 134,62                  | 191,84          |
| <b>1 086,64</b>         | <b>1 086,64</b> |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Momentos de las losas de terraza eje y-y**

| Momentos eje y-y (kg-m) |           |           |           |           |           |           |          |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| $M_{L1}$                | $M_{L1}$  |           | $M_{L2}$  |           | $M_{L1}$  |           | $M_{L2}$ |
|                         | $M_{(-)}$ | $M_{(+)}$ | $M_{(-)}$ | $M_{(+)}$ | $M_{(-)}$ | $M_{(+)}$ |          |
| 224,62                  | 1 287,65  | 610,56    | 1 055,87  | 363,44    | 65,19     | 41,91     | 716,25   |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Balanceo de momentos de las losas de terraza eje y-y**

| Balanceo de momentos y-y |                 |
|--------------------------|-----------------|
| $M_{L1}$                 | $M_{L2}$        |
| 224,62                   | 1287,65         |
| $K_1$                    | $K_2$           |
| 0,014                    | 0,002           |
| $D_1$                    | $D_2$           |
| 0,88                     | 0,12            |
| 939,01                   | 124,02          |
| <b>1 163,63</b>          | <b>1 163,63</b> |

Fuente: elaboración propia.

Diseño de armado:

$$t = 10,00 \text{ cm}$$

$$\varnothing_v = 3/8''$$

Y según las ecuaciones, 2.39, 2.40, 2.41, 2.42 y 2.43;  
se tiene:

$$d = 9,15 \text{ cm}$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2\,800 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla XVIII. **As de momento resistente**

| $M_u$ (kg-m) | $A_{smin}$ (cm <sup>2</sup> ) | $S_{Asmin}$ (cm) | $A_{st}$ (cm <sup>2</sup> ) | S (cm) | Usar            |
|--------------|-------------------------------|------------------|-----------------------------|--------|-----------------|
| 420,96       | 1,84                          | 35,00            | 2,40                        | 0,30   | 1 N° 3 a/c 0,30 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Diseño armado final terraza**

| <b>Cálculo de As para momentos mayores a <math>M_u</math> en el eje y-y</b> |                               |        |                 |
|---|-------------------------------|--------|-----------------|
| $M_u$ (kg-m)  | $A_{smin}$ (cm <sup>2</sup> ) | S (cm) | Usar            |
| 1 163,63  | 5,22                          | 0,14   | 1 N° 3 a/c 0,10 |
| 610,56  | 2,70                          | 0,26   | 1 N° 3 a/c 0,25 |
| 1178,60   | 5,29                          | 0,13   | 1 N° 3 a/c 0,10 |
| 958,89  | 4,28                          | 0,17   | 1 N° 3 a/c 0,15 |
| 363,44  | 1,59                          | 0,45   | 1 N° 3 a/c 0,25 |
| 991,06  | 4,43                          | 0,16   | 1 N° 3 a/c 0,15 |
| 462,18  | 2,03                          | 0,35   | 1 N° 3 a/c 0,30 |
| 716,25  | 3,17                          | 0,22   | 1 N° 3 a/c 0,20 |
| <b>Calculo de As para momentos mayores a <math>M_u</math> en el eje x-x</b> |                               |        |                 |
| $M_u$ (kg-m)  | $A_{smin}$ (cm <sup>2</sup> ) | S (cm) | Usar            |
| 1126,33   | 5,05                          | 0,14   | 1 N° 3 a/c 0,10 |
| 576,01  | 2,54                          | 0,28   | 1 N° 3 a/c 0,25 |
| 1086,64   | 4,87                          | 0,15   | 1 N° 3 a/c 0,15 |
| 598,80  | 2,64                          | 0,27   | 1 N° 3 a/c 0,25 |

Fuente: elaboración propia.

El diseño del armado final de las losas es exactamente igual, lo único que varían son las cargas actuantes, por lo que la integración de cargas varía y en consecuencia necesita una mayor refuerzo. En vista de lo anterior se omitirá ese cálculo y el detalle del armado de la losa del entrepiso puede ser consultado en los planos de losas.

### 2.6.6. Cálculo de cargas sobre la estructura

Para calcular las cargas sobre la estructura, se utilizará la teoría de las secciones 2.3.3 y 2.3.4. Se aclara que previamente a la redacción del presente informe se ha realizado el diseño estructural determinado; que los marcos críticos son los A y 5, debido a esto y a limitaciones de espacio, se presenta la integración de cargas y el análisis estructural de estos marcos.

Integración de cargas verticales

Tabla XX. Integración de cargas gravitacionales sobre marco A

| Marco A           |              |              |      |   |   |            |            |
|-------------------|--------------|--------------|------|---|---|------------|------------|
| Vigas terraza     | $a_T$ (m)    |              | FCU  | Sobrecarga ( $\text{kg/m}^2$ )              | CM (ton/m)                                  |            | CV (ton/m) |
| VA <sub>1</sub>   | 1,25         |              | 1,42 | 200   | 1,17  |            | 0,25       |
| VA <sub>1-2</sub> | 3,14         |              | 1,42 | 200   | 2,09  |            | 0,63       |
| Vigas entrepiso   | $a_{T1}$ (m) | $a_{T2}$ (m) | FCU  | Sobrecarga <sub>1</sub> ( $\text{kg/m}^2$ ) | Sobrecarga <sub>2</sub> ( $\text{kg/m}^2$ ) | CM (ton/m) | CV (ton/m) |
| VA <sub>1</sub>   | 1,25         | 0            | 1,42 | 300   | 300   | 1,21       | 0,38       |
| VA <sub>1-2</sub> | 1,25         | 1,89         | 1,42 | 300   | 200   | 2,19       | 0,75       |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. Integración de cargas gravitacionales sobre marco 5

| Marco 5           |                     |                     |                                 |  |  |             |             |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|--|--|-------------|-------------|
| Vigas terraza     | a <sub>T</sub> (m)  | FCU                 | Sobrecarga (kg/m <sup>2</sup> ) |  | CM (ton/m)                                   | CV (ton/m)  |             |
| V <sub>2A</sub>   | 0,35                | 1,42                | 200,00                          |  | 0,73   | 0,07        |             |
| V <sub>2A-B</sub> | 3,40                | 1,42                | 200,00                          |  | 2,22   | 0,68        |             |
| V <sub>2B</sub>   | 1,10                | 1,42                | 200,00                          |  | 1,10   | 0,22        |             |
| Vigas Entrepiso   | a <sub>T1</sub> (m) | a <sub>T2</sub> (m) | FCU                             | Sobrecarga <sub>1</sub> (kg/m <sup>2</sup> ) | Sobrecarga <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> ) | CM (ton-m)  | CV (ton-m)  |
| V <sub>2A</sub>   | 0,00                | 0,00                | 1,42                            | 200,00                                       | 200,00                                       | <b>0,74</b> | <b>0,11</b> |
| V <sub>2A-B</sub> | 1,62                | 0,00                | 1,42                            | 200,00                                       | 200,00                                       | <b>1,40</b> | <b>0,32</b> |
| V <sub>2B</sub>   | 0,00                | 0,00                | 1,42                            | 200,00                                       | 200,00                                       | <b>1,13</b> | <b>0,33</b> |

Fuente: elaboración propia.

#### Integración de cargas laterales (método SEAOC)

Aplicando la sección 2.3.4. se hallan las cargas laterales de piso en la estructura de la siguiente forma:

Determinación de corte basal en x-x

$$V = ZIKCSW$$

$$Z = 1,00 \text{ (Guatemala)}$$

$$I = 1,40 \text{ (colegios, albergues)}$$

$$K = 0,67 \text{ (marcos dúctiles)}$$

$$t = \frac{0,09h}{\sqrt{b}} \Rightarrow \begin{array}{l} h = \text{altura total del edificio,} \\ b = \text{base paralela al sismo} \end{array}$$

$$T = \frac{0,09h}{\sqrt{b}} \Rightarrow \frac{0,09 \times 7,25}{\sqrt{5,50}} = 0,278 > 0,25 \Rightarrow \exists F_t$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}} \leq 0,12 \Rightarrow \frac{1}{15 \times \sqrt{0,278}} = 0,12 \leq 0,12$$

$$CS \leq 0,14 \Rightarrow 0,12S = 0,14 \Rightarrow S = 1,17$$

$$V_{xx} = 1,00 \times 1,40 \times 0,67 \times 0,12 \times 1,17 \times 718,60 = 94,64 \text{ ton}$$

$$F_{txx} = 0,07TV$$

$$F_{txx} = 0,07 \times 0,305 \times 94,64 = 2,02 \text{ ton}$$

Tabla XXII. Fuerza de sismo por nivel en x-x

| NIVEL | Wi (ton)            | hi (m) | Wihi (ton-m)            | Fi <sub>nivel</sub> (ton) |
|-------|---------------------|--------|-------------------------|---------------------------|
| 1     | 163,06              | 4,5    | 733,77                  | 9,5                       |
| 2     | 150,42              | 7,5    | 1 128,15                | 14,61                     |
|       | <b>∑Wi = 313,48</b> |        | <b>∑Wihi = 1 938,15</b> |                           |

Fuente: elaboración propia.

Determinación de corte basal en y-y

$$V = ZIKCSW$$

$$Z = 1,00 \text{ (Guatemala)}$$

$$I = 1,40 \text{ (colegios, albergues)}$$

$$K = 0,67 \text{ (marcos dúctiles)}$$

$$t = \frac{0,09h}{\sqrt{b}} \Rightarrow \begin{array}{l} h = \text{altura total del edificio,} \\ b = \text{base paralela al sismo} \end{array}$$



$$T = \frac{0,09h}{\sqrt{b}} \Rightarrow \frac{0,09 \times 7,25}{\sqrt{5,50}} = 0,278 > 0,25 \Rightarrow \exists F_t$$

$$C = \frac{1}{15\sqrt{t}} \leq 0,12 \Rightarrow \frac{1}{15 \times \sqrt{0,278}} = 0,12 \leq 0,12$$

$$CS \leq 0,14 \Rightarrow 0,09S = 0,14 \Rightarrow S = 1,55$$

$$V_{yy} = 1,00 \times 1,40 \times 0,67 \times 0,09 \times 1,55 \times 718,60 = 94,03 \text{ ton}$$

$$F_{tyy} = 0,07TV$$

$$F_{txx} = 0,07 \times 0,606 \times 94,03 = 3,99 \text{ ton.}$$

Tabla XXIII. Fuerza de sismo por nivel en y-y

| NIVEL | Wi (ton)            | hi (m) | Wihi (ton-m)            | Fi <sub>nivel</sub> (ton) |
|-------|---------------------|--------|-------------------------|---------------------------|
| 1     | 163,06              | 4,50   | 733,77                  | 9,24                      |
| 2     | 150,42              | 7,50   | 1 128,15                | 14,20                     |
|       | <b>ΣWi = 313,48</b> |        | <b>ΣWihi = 1 938,15</b> |                           |

Fuente: elaboración propia.

#### Distribución de cargas por marcos

Como se vio en la sección 2.3.5, se puede aplicar el concepto de simetría para determinar si existen efectos torsionales debido a ella. El proyecto cuenta con simetría estructural tanto en el eje x-x como en el eje y-y, se asumirá una distribución de fuerzas de piso en los marcos según la ecuación 2.23.

Tabla XXIV. **Distribución de fuerzas de piso por marco**

| Nivel | $F_{ejesxx}$ (ton) | $F_{ejesyy}$ (ton) |
|-------|--------------------|--------------------|
| 1     | 4,75               | <b>1,54</b>        |
| 2     | 7,30               | <b>2,37</b>        |

Fuente: elaboración propia.

Marco rígido típico sentido X:

$$\text{Nivel 1} \quad CM = W_{losa} + W_{vigas} + W_{muros} + W_{acabados}$$

$$W_{losa} = (6,56 + 5,91) \times (0,10) \times (2\,400) / 5,50 = 544,14 \text{ kg / m}$$

$$W_{vigas} = 0,45 \times 0,25 \times 2\,400 = 270,00 \text{ kg / m}$$

$$W_{muros} = 5,50 \times 120 = 660,00 \text{ kg / m}$$

$$W_{acabados} = (6,56 + 5,91) \times 80 / 5,50 = 181,38 \text{ kg/m}$$

$$CM = 544,14 + 270 + 660 + 181,38 = 1\,655,52 \text{ kg/m}$$

$$CM = 1\,655,52 \text{ kg/m}$$

$$CV = W_{aula} + W_{pasillo}$$

$$CV = (6,56 \times 300 / 5,50) + (5,91 \times 400 / 5,50) = 787,00 \text{ kg/m}$$

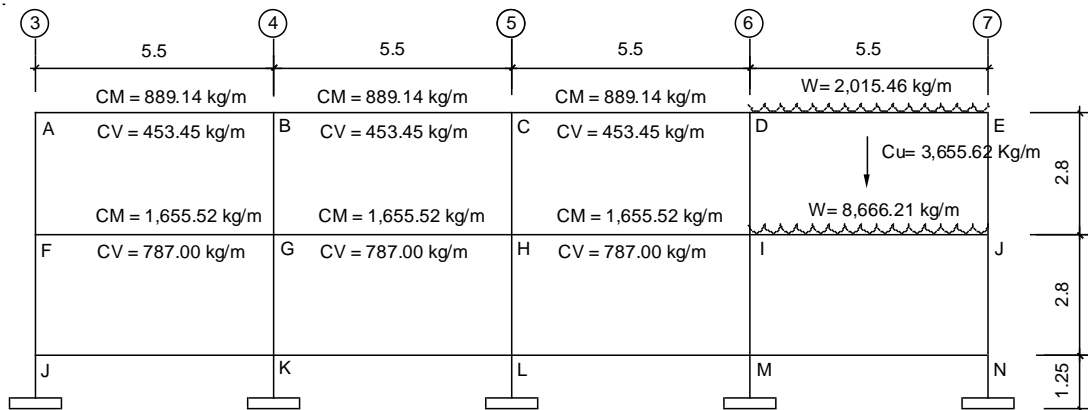
$$CV = 787,00 \text{ kg/m}$$

Nivel 2

$$CM = 889,14 \text{ kg/m}$$

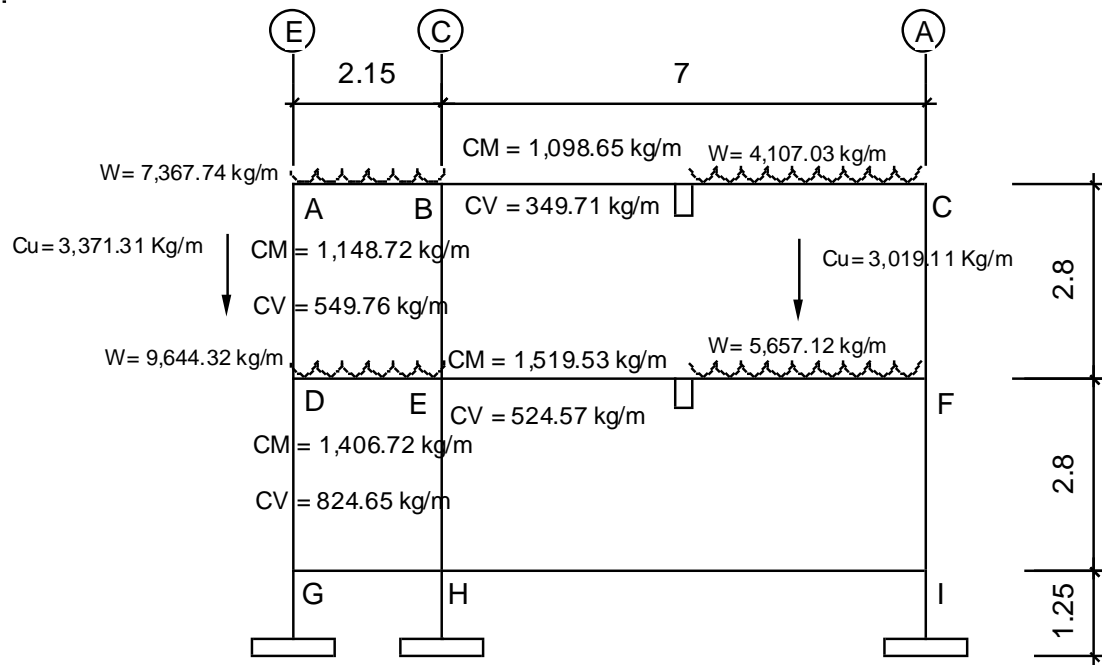
$$CV = 453,45 \text{ kg/m}$$

Figura 23. **Modelo matemático, marco rígido típico sentido X**



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.

Figura 24. **Modelo matemático, marco rígido típico sentido Y**



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.

### 2.6.7. Análisis estructural

Ya habiendo determinado las cargas actuantes sobre la estructura se procede al análisis estructural de la misma, este fue realizado con el software de dominio público; Análisis Estructural.

Este es un programa que se ha desarrollado a partir del Método matricial elástico de cálculo de estructuras y, por tanto, los resultados que proporciona serán correctos siempre que se pueda suponer un comportamiento elástico del material que constituye la estructura analizada.

Desde el punto de vista de Windows, este programa es una aplicación MDI (Multiple Document Interface) con soporte de servidor OLE (Object Linking and Embedding).

Esto quiere decir que usted puede tener definidas en distintas ventanas tantas estructuras como desee, (o la memoria del sistema permita) y que los gráficos que contienen esas ventanas pueden ser insertados en los documentos de otras aplicaciones con la posibilidad de ser modificados posteriormente.

Se diseñan elementos que satisfagan al menos la resistencia de requerida por el ACI, se determinan las cargas de diseño a través de las siguientes combinaciones de carga:

Tabla XXV. **Combinaciones de carga del ACI 318-99**

|         |  |
|---------|--|
| $C_1 =$ | $1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV}$                        |
| $C_2 =$ | $0,75 (1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV} + 1,7 \text{ S})$ |
| $C_4 =$ | $0,9 \text{ CM} + 1,3 \text{ S}$                         |

Fuente: elaboración propia.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el presente informe no busca presentar una memoria de cálculo detallada por lo que únicamente se presentarán las envolventes de momentos tabuladas de los niveles 1, y 2, y las zapatas críticas, los cuales son elementos que determinan el diseño típico del resto de los componentes.

Envolventes de momentos marcos A y 5

Tabla XXVI. **Envolventes de momentos para vigas del primer nivel**

| <b>Vigas</b>                  |                                 |                              |                                 |                              |                              |
|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>Nivel 1</b>                |                                 |                              |                                 |                              |                              |
| <b>VA<sub>1</sub></b>         |                                 |                              |                                 |                              |                              |
| <b>COMBINACIONES</b>          | <b>M(-)<sub>izq</sub> (t-m)</b> | <b>M(+)<sub> (t-m)</sub></b> | <b>M(-)<sub>der</sub> (t-m)</b> | <b>V<sub>izq</sub> (ton)</b> | <b>V<sub>der</sub> (ton)</b> |
| <b>1.4CM+1.7CV</b>            | 0,00                            | 0,00                         | 3,19                            | 0,00                         | <b>3,86</b>                  |
| <b>0.75(1.4CM+1.7CV+1.7S)</b> | 0,00                            | 0,00                         | <b>2,39</b>                     | 0,00                         | 2,90                         |
| <b>0.75(1.4CM+1.7CV-1.7S)</b> | 0,00                            | 0,00                         | <b>2,39</b>                     | 0,00                         | 2,90                         |
| <b>0.9CM+1.3S</b>             | 0,00                            | 0,00                         | 1,48                            | 0,00                         | 1,80                         |
| <b>0.9CM-1.3S</b>             | 0,00                            | 0,00                         | 1,48                            | 0,00                         | 1,80                         |
|                               |                                 |                              |                                 |                              |                              |
| <b>VA<sub>1-2</sub></b>       |                                 |                              |                                 |                              |                              |
| <b>COMBINACIONES</b>          | <b>M(-)<sub>izq</sub> (t-m)</b> | <b>M(+)<sub> (t-m)</sub></b> | <b>M(-)<sub>der</sub> (t-m)</b> | <b>V<sub>izq</sub> (ton)</b> | <b>V<sub>der</sub> (ton)</b> |
| <b>1.4CM+1.7CV</b>            | -11,72                          | <b>7,31</b>                  | -12,73                          | 12,85                        | -13,19                       |
| <b>0.75(1.4CM+1.7CV+1.7S)</b> | 9,25                            | 5,48                         | <b>-25,50</b>                   | 3,98                         | <b>-15,56</b>                |
| <b>0.75(1.4CM+1.7CV-1.7S)</b> | <b>-26,83</b>                   | 5,48                         | 6,40                            | <b>15,30</b>                 | -4,23                        |
| <b>0.9CM+1.3S</b>             | 13,10                           | 3,31                         | -22,08                          | 0,05                         | -11,78                       |
| <b>0.9CM-1.3S</b>             | -23,69                          | 3,31                         | 10,44                           | 11,60                        | -0,22                        |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Envolvente de momentos para vigas del segundo nivel**

| <b>Vigas</b>                  |                                 |                              |                                 |                              |                              |
|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b>Nivel 2</b>                |                                 |                              |                                 |                              |                              |
| <b>VA<sub>1</sub></b>         |                                 |                              |                                 |                              |                              |
| <b>COMBINACIONES</b>          | <b>M(-)<sub>izq</sub> (t-m)</b> | <b>M(+)<sub> (t-m)</sub></b> | <b>M(-)<sub>der</sub> (t-m)</b> | <b>V<sub>izq</sub> (ton)</b> | <b>V<sub>der</sub> (ton)</b> |
| <b>1.4CM+1.7CV</b>            | 0,00                            | 0,00                         | <b>3,19</b>                     | 0,00                         | <b>3,86</b>                  |
| <b>0.75(1.4CM+1.7CV+1.7S)</b> | 0,00                            | 0,00                         | 2,39                            | 0,00                         | 2,90                         |
| <b>0.75(1.4CM+1.7CV-1.7S)</b> | 0,00                            | 0,00                         | 2,39                            | 0,00                         | 2,90                         |
| <b>0.9CM+1.3S</b>             | 0,00                            | 0,00                         | 1,48                            | 0,00                         | 1,80                         |
| <b>0.9CM-1.3S</b>             | 0,00                            | 0,00                         | 1,48                            | 0,00                         | 1,80                         |
|                               |                                 |                              |                                 |                              |                              |
| <b>VA<sub>1-2</sub></b>       |                                 |                              |                                 |                              |                              |
| <b>COMBINACIONES</b>          | <b>M(-)<sub>izq</sub> (t-m)</b> | <b>M(+)<sub> (t-m)</sub></b> | <b>M(-)<sub>der</sub> (t-m)</b> | <b>V<sub>izq</sub> (ton)</b> | <b>V<sub>der</sub> (ton)</b> |
| <b>1.4CM+1.7CV</b>            | -12,30                          | <b>7,03</b>                  | -12,71                          | 12,96                        | -13,09                       |
| <b>0.75(1.4CM+1.7CV+1.7S)</b> | 4,16                            | 5,27                         | <b>-21,01</b>                   | 5,42                         | <b>-14,11</b>                |
| <b>0.75(1.4CM+1.7CV-1.7S)</b> | <b>-22,62</b>                   | 5,27                         | 1,95                            | <b>14,01</b>                 | -5,52                        |
| <b>0.9CM+1.3S</b>             | 8,10                            | 3,18                         | -17,53                          | 1,49                         | -10,34                       |
| <b>0.9CM-1.3S</b>             | -19,20                          | 3,18                         | 5,88                            | 10,24                        | -1,58                        |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Envolventes de momentos de columnas niveles 1 y 2**

| Columnas                |               |               |               |               |                |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| CA <sub>2</sub> NIVEL 1 | eje x-x       |               | eje y-y       |               |                |
| COMBINACIONES           | Msup (t-m)    | Minf (t-m)    | Msup (t-m)    | Minf (t-m)    | Axial (ton)    |
| 1.4CM+1.7CV             | -1,75         | 0,87          | 3,04          | -2,10         | <b>-184,55</b> |
| 0.75(1.4CM+1.7CV+1.7S ) | <b>-21,29</b> | 27,41         | -9,41         | 29,84         | -100,11        |
| 0.75(1.4CM+1.7CV-1.7S)  | 18,66         | -26,10        | 13,96         | -32,98        | -176,72        |
| 0.9CM+1.3S              | -21,15        | <b>27,67</b>  | <b>-10,47</b> | 31,04         | -47,29         |
| 0.9CM-1.3S              | 19,59         | -26,89        | 13,36         | <b>-33,01</b> | -125,39        |
| CA <sub>2</sub> NIVEL 2 | eje x-x       |               | eje y-y       |               |                |
| COMBINACIONES           | Msup (t-m)    | Minf (t-m)    | Msup (t-m)    | Minf (t-m)    | Axial (ton)    |
| 1.4CM+1.7CV             | 3,14          | -3,56         | -5,00         | 6,24          | <b>-146,99</b> |
| 0.75(1.4CM+1.7CV+1.7S ) | <b>18,83</b>  | <b>-17,33</b> | 10,04         | -7,28         | -83,24         |
| 0.75(1.4CM+1.7CV-1.7S)  | -14,12        | 11,99         | <b>-17,54</b> | <b>16,64</b>  | -137,25        |
| 0.9CM+1.3S              | 18,17         | -16,51        | 11,69         | -9,25         | -41,37         |
| 0.9CM-1.3S              | -15,43        | 13,39         | -16,44        | 15,14         | -96,43         |
| CB <sub>2</sub> NIVEL 1 | eje x-x       |               | eje y-y       |               |                |
| COMBINACIONES           | Msup (t-m)    | Minf (t-m)    | Msup (t-m)    | Minf (t-m)    | Axial (ton)    |
| 1.4CM+1.7CV             | -0,87         | 0,44          | -3,74         | 1,40          | -113,18        |
| 0.75(1.4CM+1.7CV+1.7S ) | -20,63        | 27,09         | <b>-14,49</b> | 32,46         | -46,58         |
| 0.75(1.4CM+1.7CV-1.7S)  | 19,32         | 27,09         | 8,88          | -30,36        | <b>-123,19</b> |
| 0.9CM+1.3S              | <b>-20,65</b> | <b>27,42</b>  | -13,68        | <b>32,69</b>  | -7,89          |
| 0.9CM-1.3S              | 20,08         | 0,00          | 10,15         | -31,36        | -85,99         |
| CB <sub>2</sub> NIVEL 2 | eje x-x       |               | eje y-y       |               |                |
| COMBINACIONES           | Msup (t-m)    | Minf (t-m)    | Msup (t-m)    | Minf (t-m)    | Axial (ton)    |
| 1.4CM+1.7CV             | 1,60          | -1,81         | 5,23          | -5,96         | -90,01         |
| 0.75(1.4CM+1.7CV+1.7S ) | <b>17,67</b>  | <b>-16,02</b> | <b>17,72</b>  | <b>-16,43</b> | -40,50         |
| 0.75(1.4CM+1.7CV-1.7S)  | -15,28        | -16,02        | -9,87         | 7,49          | <b>-94,51</b>  |
| 0.9CM+1.3S              | 17,33         | -15,55        | 16,53         | -15,01        | -9,76          |
| 0.9CM-1.3S              | -16,27        | 0,00          | -11,59        | 9,38          | -64,83         |

Fuente: elaboración propia.



Tabla XXIX. **Envoltentes de momentos zapatas críticas**

| Zapatas                |               |               |                |
|------------------------|---------------|---------------|----------------|
| Zapata 2 <sub>A</sub>  |               |               |                |
| COMBINACIONES          | Mx-x (t-m)    | My-y (t-m)    | Axial (ton)    |
| 1.4CM+1.7CV            | 0,87          | -2,10         | <b>-184,55</b> |
| 0.75(1.4CM+1.7CV+1.7S) | 27,41         | 29,84         | -100,11        |
| 0.75(1.4CM+1.7CV-1.7S) | -26,10        | -32,98        | -176,72        |
| 0.9CM+1.3S             | <b>27,67</b>  | 31,04         | -47,29         |
| 0.9CM-1.3S             | -26,89        | <b>-33,01</b> | -125,39        |
| Zapata 2 <sub>B</sub>  |               |               |                |
| COMBINACIONES          | Mx-x (t-m)    | My-y (t-m)    | Axial (ton)    |
| 1.4CM+1.7CV            | -1,40         | 1,37          | -135,51        |
| 0.75(1.4CM+1.7CV+1.7S) | 22,74         | 32,44         | -56,88         |
| 0.75(1.4CM+1.7CV-1.7S) | -24,84        | -30,39        | <b>-146,38</b> |
| 0.9CM+1.3S             | 23,59         | <b>32,67</b>  | -16,94         |
| 0.9CM-1.3S             | <b>-24,93</b> | -31,39        | -108,19        |

Fuente: elaboración propia.

### 2.6.8. Cálculo de vigas

En esta sección se diseñará la viga más crítica (VA<sub>2</sub> del primer nivel). El refuerzo estructural fue calculado para las vigas de los niveles 1º y 2º. Diseñando la viga crítica se tiene:

Datos:

|                               |                                      |
|-------------------------------|--------------------------------------|
| d = 45,00 cm                  | d <sub>efec</sub>                    |
| b = 25,00 cm                  | 50,10                                |
| r = 2,75 cm                   | db                                   |
| Ø <sub>vp</sub> = N° 7        | 1 502,85                             |
| Ø <sub>vr</sub> = N° 3        | A <sub>smin</sub> (cm <sup>2</sup> ) |
| d <sub>efe</sub> = 50,10 cm   | 5,05                                 |
| f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>  | A <sub>smax</sub> (cm <sup>2</sup> ) |
| fy = 4 200 kg/cm <sup>2</sup> | 21,42                                |

Tabla XXX. **Envolvente de diseño viga 2, 1er. nivel**

|                                      |   |                                      |   |                                   |
|--------------------------------------|---|--------------------------------------|---|-----------------------------------|
| <b><math>M_{(-)izq}</math> (t-m)</b> | <b><math>M_{(+)} (t-m)</math></b>       | <b><math>M_{(-)der}</math> (t-m)</b> | <b><math>V_{izq}</math> (ton)</b>       | <b><math>V_{der}</math> (ton)</b> |
| 26,83                                | 7,31                                    | 25,50                                | 15,30                                   | 15,56                             |
|                                      | <b><math>M_{(-)invizq}</math> (t-m)</b> |                                      | <b><math>M_{(-)invder}</math> (t-m)</b> |                                   |
|                                      | 23,69                                   |                                      | 22,08                                   |                                   |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Cálculo de  $A_s$  en viga 2, 1er. nivel**

|  |                               |                                   |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|
|  | <b><math>M_u</math></b>       | <b><math>A_{sreq}</math></b>      |
| <b><math>A_{s(-)}</math> a flexión</b> | 26,83                         | 15,60                             |
| <b><math>A_{s(+)}</math> a flexión</b> | 7,31                          | 3,95                              |
| <b><math>A_s</math> inversión</b>      | 23,69                         | 13,60                             |
|  | <b><math>V_c</math> (ton)</b> | <b><math>V_{max}</math> (ton)</b> |
| <b><math>A_s</math> a corte</b>        | 11,33                         | 15,56                             |
| <b><math>V_{max} &gt; V_c</math></b>   | <b><math>S</math> (m)</b>     | <b><math>S_{max}</math> (m)</b>   |
| si                                     | 71,61                         | 0,15                              |

Fuente: elaboración propia

Tabla XXXII. **Armado de  $A_s$ ; 1er. nivel**

|                                   |   |                                 |                               |                                  |
|-----------------------------------|---|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
|                                   | <b><math>1/3A_{s(-)}</math></b>                     | <b><math>A_{smin}</math></b>    | <b><math>A_{sf(-)}</math></b> | <b>Usar</b>                      |
| <b>Cama superior</b>              | 5,20  | 5,05                            | 7,84                          | 2 N° 5 corridas, 1 N° 4 bastones |
|                                   | <b><math>1/3A_{s(-)}</math></b>                     | <b><math>1/2A_{s(+)}</math></b> | <b><math>A_{smin}</math></b>  | <b><math>A_{sf(-)}</math></b>    |
| <b>Cama inferior</b>              | 5,20  | 1,98                            | 5,05                          | -1,75                            |
|                                   | <b><math>A_{sinv}</math></b>                        | <b><math>A_{sinvf}</math></b>   | <b>Usar</b>                   |                                  |
| <b><math>A_s</math> inversión</b> | 13,60   | 7,90                            | 1 N° 4 bastones               |                                  |
|                                   | <b>Usar</b>   |                                 |                               |                                  |
| <b><math>A_s</math> a corte</b>   | No. 3, 1 est. @ 0,05 m; 7 @ 0,09 m; resto @ 0,15 m. |                                 |                               |                                  |

Fuente: elaboración propia.

### 2.6.9. Cálculo de columnas

Se calcula en la columna más crítica (CA<sub>1</sub> del primer nivel) el refuerzo estructural será el mismo para las columnas de ese nivel. Los refuerzos estructurales de las columnas del 1er y 2do nivel sean típicos. Diseñando la columna crítica se tiene:

Tabla XXXIII. Momentos de diseño en columna típica 1er. nivel

| <b>Sentido x-x</b> |                       |                            |                   |                           |
|--------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------|---------------------------|
| $\Psi_a$           | $\Psi_b$              | $\Psi_{prom}$              |                   | $1 + \Psi_{prom}$         |
| 1,65               | 0,00                  | 0,82                       | $\Psi_{prom} < 2$ | 1,82                      |
| <b>K</b>           | <b>KL</b>             | <b>r</b>                   | <b>E</b>          | <b><math>\beta</math></b> |
| 1,29               | 5,11                  | 13,50                      | <b>37,88</b>      | 0,91                      |
| <b>EI</b>          | <b>P<sub>cr</sub></b> | <b><math>\delta</math></b> | <b>M</b>          | <b>M<sub>dis-x</sub></b>  |
| 2 412,91           | 910,52                | 1,41                       | <b>27,67</b>      | <b>38,95</b>              |
| <b>Sentido y-y</b> |                       |                            |                   |                           |
| $\Psi_a$           | $\Psi_b$              | $\Psi_{prom}$              |                   | $1 + \Psi_{prom}$         |
| 3,62               | 0,00                  | 1,81                       | $\Psi_{prom} < 2$ | 2,81                      |
| <b>K</b>           | <b>KL</b>             | <b>r</b>                   | <b>E</b>          | <b><math>\beta</math></b> |
| 1,52               | 6,02                  | 13,50                      | 44,61             | 0,91                      |
| <b>EI</b>          | <b>P<sub>cr</sub></b> | <b><math>\delta</math></b> | <b>M</b>          | <b>M<sub>dis-y</sub></b>  |
| 4 289,62           | 1 167,07              | 1,29                       | 33,01             | <b>42,64</b>              |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Refuerzo de As, columna C-1 típica 1er. nivel

| $P_u$ (ton)                    | $M_{disx-x}$                | $M_{disy-y}$                   | $r_x$ (m)  | $r_y$ (m)       |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------|-----------------|
| 184,55                         | 38,95                       | 42,64                          | 0,04       | 0,04            |
| $f_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )    | $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | $dx$ (cm)                      | $dy$ (cm)  | $Dx/t$          |
| 4 200,00                       | 280,00                      | 37,00                          | 52,00      | 0,82            |
| $d_v/t$                        | $e_x$                       | $e_y$                          | $e_x/t$    | $e_y/t$         |
| 0,80                           | 0,21                        | 0,23                           | 0,47       | 0,39            |
| $As_{min}$ (cm <sup>2</sup> )  | $As_t$ (cm <sup>2</sup> )   | $\rho_u$                       | $\omega$   | $\alpha_o$      |
| 27,00                          | 31,04                       | 0,01                           | 0,20       | 1,20            |
| $\alpha_x$                     | $\alpha_y$                  | $\alpha_r$                     | $P_r$      | $P'_{ua}$ (ton) |
| 0,37                           | 0,46                        | 0,25                           | 158,85     | 263,64          |
| $P'_{ua}$ (ton) > $P'_u$ (ton) |                             | $P'_{ua}$ (ton) < $P'_u$ (ton) |            |                 |
| 263,64 > 158.85                |                             | no cumple                      |            |                 |
| $As_t$ (cm <sup>2</sup> )      | $\rho_u$                    | $\Omega$                       | $\alpha_o$ |                 |
| 114,96                         | 0.04                        | 0,75                           | 1,75       |                 |
| $\alpha_x$                     | $\alpha_y$                  | $\alpha_r$                     | $P_r$      | $P'_{ua}$ (ton) |
| 0,65                           | 0,70                        | 0,43                           | 274,93     | 263,64          |
| $P'_{ua}$ (ton) > $P'_u$ (ton) |                             | $P'_{ua}$ (ton) < $P'_u$ (ton) |            |                 |
| 263,64 < 274,93                |                             | si cumple                      |            |                 |
| <b>Usar</b>                    |                             |                                |            |                 |
| 8 N° 6 corridas                |                             |                                |            |                 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Refuerzo de As a corte, columna típica 1er. nivel

| <b>Confinamiento</b>             |             |                          |        |
|----------------------------------|-------------|--------------------------|--------|
| $\emptyset_{vr}$                 | $L_o$       |                          |        |
|                                  | $L_n/6$ (m) | 18"                      | b (m)  |
| N° 4                             | 0,70        | 0,45                     | 0,65   |
| $\rho_c$                         | S (cm)      | $S_{fuera\ de\ L_o}$ (m) |        |
|                                  |             | $6d_v$                   | 0.15 m |
| 0,01                             | 4,75        | 0,21                     | 0,15   |
| <b>Usar</b>                      |             |                          |        |
| 5 est. N° 4 @ 0,10; resto @ 0,15 |             |                          |        |

Fuente: elaboración propia.

## Cálculo de vigas sísmicas

La viga sísmica que recibe más carga axial es la V-1<sub>1-2</sub>. Ver detalles en planos. Aplicando la teoría de los incisos de la sección 2.5.4, se tiene:

Tabla XXXVI. **Refuerzo As, viga sísmica V-1<sub>1-2</sub>**

| $P_u$ (ton)                        | $A_{stmin}$ (cm <sup>2</sup> ) | $A_{stpro}$ (cm <sup>2</sup> ) | $\rho_u$ | $P'_{ua}$ (ton) |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------|
| 35,15                              | 16,50                          | 38,32                          | 2,32     | 555,05          |
| <b>Usar</b>                        |                                |                                |          |                 |
| 6 N° 6 corridas + bastones 3 No. 6 |                                |                                |          |                 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Armado de As a corte, viga sísmica V-1<sub>1-2</sub>**

| <b>Confinamiento</b>                        |             |                        |       |         |
|---|-------------|------------------------|-------|---------|
| $\emptyset_{vr}$                            |             |                        | $L_o$ |         |
|   | $L_n/6$ (m) |                        | 18"   | $b$ (m) |
| N° 4  | 0,93        |                        | 0,45  | 0,55    |
| $\rho_c$                                    | $S$ (cm)    | $S$ fuera de $L_o$ (m) |       |         |
|   |             | $6d_v$                 |       | 0,15 m  |
| 0,02  | 3,56        |                        | 0,21  | 0,15    |
| <b>Usar</b>                                 |             |                        |       |         |
| 5 est. N° 4 @ 0,05; 10 @ 0,10; resto @ 0,15 |             |                        |       |         |

Fuente: elaboración propia.

### 2.6.10. Cálculo de cimentación

Del análisis estructural se determinó que la zapata continua crítica es la que desplanta la columna C-2. Primero se procede a calcular el peso propio de la columna, para poder dibujar el diagrama de cargas del sistema:

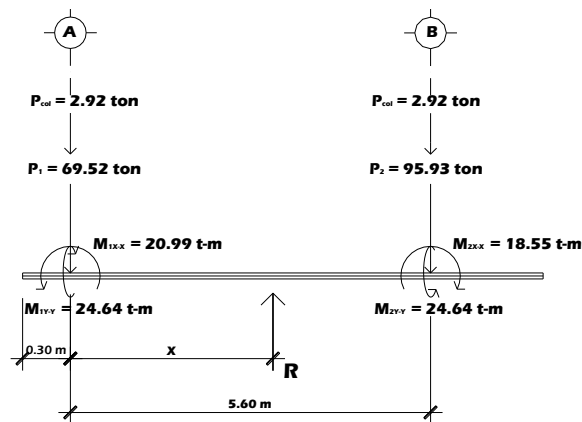
Sección columnas:  $H_{xx} = 0,35 \text{ m}$

$H_{yy} = 0,35 \text{ m}$

Desplante: 1,25 m

$P_{\text{col}} = (0,35 \text{ m})(0,35 \text{ m})(4,50 \text{ m})(2,40 \text{ ton/m}^3) = 2,92 \text{ ton}$

Figura 25. Diagrama de cargas sobre la línea de cimentación



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.

$\sum P_A = R$ , de donde:

$R = 171.28 \text{ ton}$ , si se hace  $\sum M_A = 0$  respecto al eje A se propone:

Tabla XXXVIII.  $\sum M_A = 0$ ,  $X_{\text{media}}$  y  $A_{\text{zapata}}$

| $X_{\text{media}}$ (m) | L (m) | b (m) | $L_{\text{aprox}}$ (m) | $b_{\text{aprox}}$ (m) | $A_{\text{z aprox}}$ ( $\text{m}^2$ ) |
|------------------------|-------|-------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 2,23                   | 1,46  | 1,50  | 3,00                   | 1,25                   | 3,75                                  |

Fuente: elaboración propia.

Se procede a calcular los momentos y cargas en el centro de gravedad del sistema:

Tabla XXXIX.  **$P_s$   $P_c$  y resultantes en CG**

| $P_s$ (ton) | $P_c$ (ton) | $P_{s+c}$ (ton) | $P_{CG}$ (ton) | $M_{CGxx}$ (ton-m) | $M_{CGyy}$ (ton-m) |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|--------------------|--------------------|
| 8,67        | 9,59        | 18,28           | 158,53         | 2,44               | 0,40               |

Fuente: elaboración propia.

Aplicando la ecuación 2.77 se tiene:

Tabla XL. **Comprobación de presiones**

| $P_{cg}/A_z$ (t/m <sup>2</sup> ) | $M_{caxx}/S_{xx}$ (t/m <sup>2</sup> ) | $M_{cayv}/S_{yy}$ (t/m <sup>2</sup> ) | $q_{++}$ (t/m <sup>2</sup> ) | $q_{+-}$ (t/m <sup>2</sup> ) | $q_{-+}$ (t/m <sup>2</sup> ) | $q_{--}$ (t/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 21,36                            | 1,32                                  | 0,03                                  | 22,70                        | 22,65                        | 20,06                        | 20,01                        |
| $q_{++} > V_s$                   | No aprueba                            |                                       |                              |                              |                              |                              |
| $q_{--} > 0$                     | aprueba                               |                                       |                              |                              |                              |                              |

Fuente: elaboración propia.

Por lo que se propone un nuevo ancho (b) y se revisará:

Tabla XLI. **Resultantes del sistema con b = 1,60 m**

| $A_z$ | $P_{s+c}$ | $P_{CG}$ | $M_{CGxx}$ | $M_{CGyy}$ |
|-------|-----------|----------|------------|------------|
| 10,30 | 21,17     | 192,45   | 2,44       | 0,40       |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Nueva comprobación de presiones**

| $P_{cg}/A_z$ (t/m <sup>2</sup> ) | $M_{caxx}/S_{xx}$ (t/m <sup>2</sup> ) | $M_{cayv}/S_{yy}$ (t/m <sup>2</sup> ) | $q_{++}$ (t/m <sup>2</sup> ) | $q_{+-}$ (t/m <sup>2</sup> ) | $q_{-+}$ (t/m <sup>2</sup> ) | $q_{--}$ (t/m <sup>2</sup> ) |
|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 18,69                            | 0,98                                  | 0,02                                  | 19,70                        | 19,65                        | 17,74                        | 17,69                        |
| $q_{++} < V_s$                   | aprueba                               |                                       |                              |                              |                              |                              |
| $q_{++} > 0$                     | aprueba                               |                                       |                              |                              |                              |                              |

Fuente: elaboración propia.

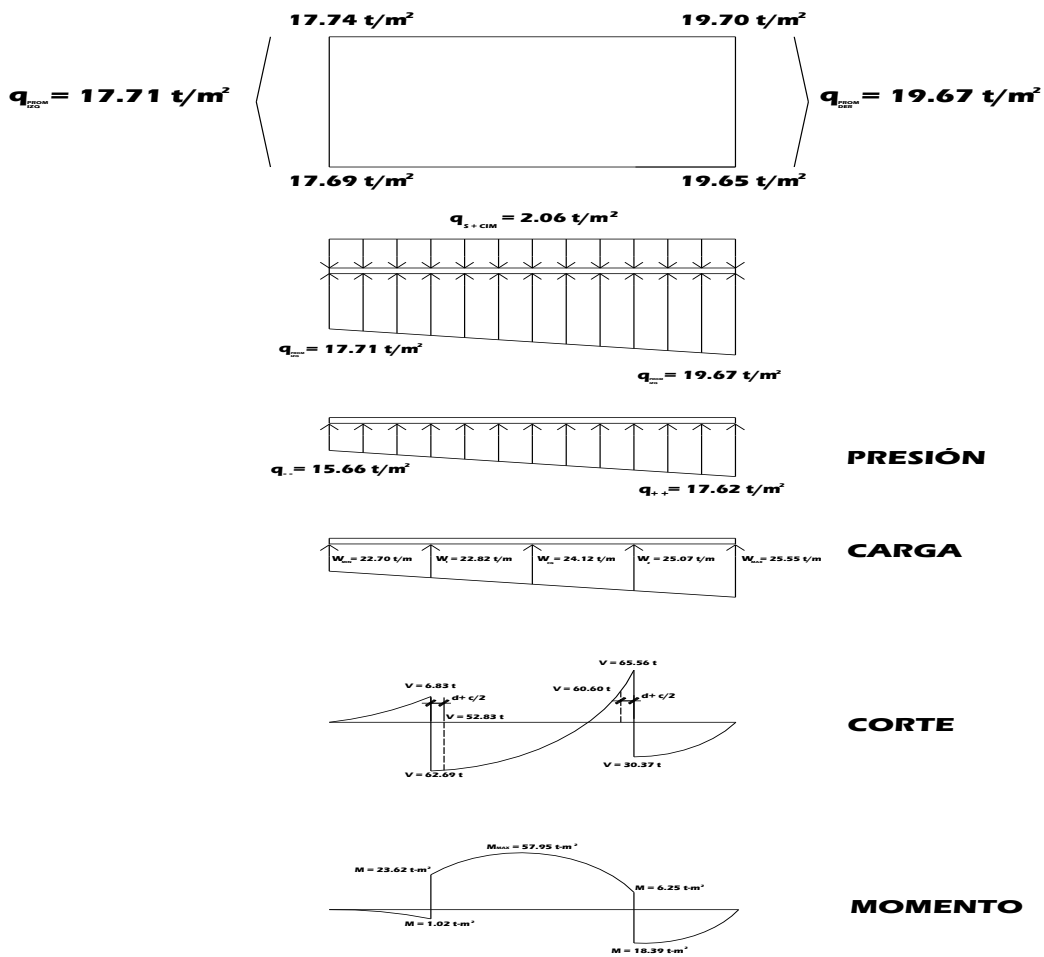
Ya que chequean las presiones, se calculan las presiones actuantes.

Tabla XLIII. Presiones actuantes

| $q_{pro-} (t/m^2)$ | $q_{pro+} (t/m^2)$ | $q_{s+c} (t/m^2)$ | $q_{-} (t/m^2)$ | $q_{++} (t/m^2)$ |
|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| 17,71              | 19,67              | 2,06              | 15,66           | 17,62            |

Fuente: elaboración propia.

Figura 26. Diagramas de cargas, corte y momento del sistema



Fuente: elaboración propia, con programa de Vectorworks.



Con los diagramas de cortes y momentos, se calcula el refuerzo estructural:

Tabla XLIV. **Chequeo corte simple**

| <b>t (cm)</b> | <b>d<sub>efec</sub> (cm)</b> | <b>V<sub>r</sub> (ton)</b> | <b>V<sub>r</sub> &gt; V<sub>a</sub></b> |
|---------------|------------------------------|----------------------------|---|
| 65,00         | 56,23                        | 61,46                      | <b>aprueba</b>                          |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Chequeo corte punzonante**

| <b>t (cm)</b> | <b>d<sub>efec</sub> (cm)</b> | <b>V<sub>pr</sub> (ton)</b> | <b>V<sub>p</sub> (ton)</b> | <b>V<sub>pr</sub> &gt; V<sub>p</sub></b> |
|---------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|--|
| 65,00         | 56,23                        | 192,46                      | 93,80                      | <b>aprueba</b>                           |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Refuerzo por flexión (As)**

| <b>As<sub>min</sub> (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>S (m)</b> | <b>M<sub>r</sub> (t-m<sup>2</sup>)</b> | <b>As<sub>f</sub> (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>Usar</b> |
|--|--------------|--|--|-------------|
| 27,37                                    | 0,24         | 56,46                                  | 0,00                                   | Nº 4 @ 0,10 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Refuerzo por temperatura (Ast)**

| <b>Ast (cm<sup>2</sup>)</b> | <b>S (m)</b> | <b>Usar</b> |
|-----------------------------|--------------|-------------|
| 20,25                       | 0,22         | Nº 4 @ 0,10 |

Fuente: elaboración propia.

### 2.6.11. Cálculo de escaleras

Como se ha aclarado, se diseñaron las escaleras del edificio como vigas empotradas en un extremo y simplemente apoyadas en el otro, por lo que se procedió a tabular:

Tabla XLVIII. **Relaciones de comodidad que debe cumplir la escalera**

|  |   |
|--|---|
| $C \leq 0,20 \text{ m}$                          | De donde: $C = 0,16 \text{ m} \leq 0,20 \text{ m}$                    |
| $H > C$  | $H = 0,30 > C$  |
| $2C + H \leq 0,64 \text{ m}$                     | $2(0,16) + 0,30 = 0,62 \text{ m} \leq 0,64 \text{ m}$                 |
| $C + H \approx 0,45 \text{ a } 0,48 \text{ m}$   | $0,16 + 0,30 = 0,46 \text{ m} \approx 0,45 \text{ a } 0,48 \text{ m}$ |
| $(C)(H) \approx 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$ | $(16)(30) = 480 \text{ cm}^2 \approx 480 \text{ a } 500 \text{ cm}^2$ |

Fuente: elaboración propia.

De la ecuación 2.85, tenemos:  $t = \frac{(3,39 + 1,50)}{24} \approx 0,18\text{m}$

Con lo cual se integran las cargas sobre la escalera para después proceder al cálculo los momentos actuantes, con ellos el As de acero y el armado.

Tabla XLIX. **Integración de carga muerta sobre la escalera**

| Escalón | $A_T \text{ (m}^2\text{)}$ | $V_{\text{gradas}} \text{ (m}^3\text{)}$ | $P_{\text{gradas}} \text{ (kg)}$ | $P_{\text{tgradas}} \text{ (kg)}$ | $P_{\text{descanso}} \text{ (kg)}$ | $P_T \text{ (ton)}$ |
|---------|----------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| 1º      | 0,08                       | 0,12                                     | 297,00                           | 4 752,00                          | 1 468,80                           | 6,22                |

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Cálculo de momentos sobre la escalera**

| <b>CM</b> (kg/m) | <b>CM<sub>u</sub></b> (kg/m) | <b>CV</b> (kg/m) | <b>CV<sub>u</sub></b> (kg/m) | <b>Cu</b> (kg/m) | <b>M<sub>(+)</sub></b> (kg-m) | <b>M<sub>(-)</sub></b> (kg-m) |
|------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 460,80           | 845,12                       | 500,00           | 850,00                       | 1 695,12         | 2 413,56                      | 4 290,77                      |

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Cálculo de As, escaleras**

| <b>d<sub>efec</sub></b> (cm) | <b>db</b> (cm <sup>2</sup> ) | <b>As<sub>(+)</sub></b> (cm <sup>2</sup> ) | <b>As<sub>(-)</sub></b> (cm <sup>2</sup> ) | <b>Ast</b> (cm <sup>2</sup> ) | <b>As<sub>min</sub></b> (cm <sup>2</sup> ) | <b>As<sub>max</sub></b> (cm <sup>2</sup> ) |
|------------------------------|------------------------------|--|--|-------------------------------|--|--|
| 14,87                        | 1 486,50                     | 6,62                                       | 12,03                                      | 2,97                          | 0,74                                       | 36,79                                      |

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Chequeo de corte y cálculo de espaciamientos**

| <b>Vr</b> (ton) | <b>Va</b> (ton) | <b>S<sub>+</sub></b> (m) | <b>S<sub>-</sub></b> (m) | <b>S<sub>t</sub></b> (m) | <b>S<sub>max</sub></b> (m) |
|-----------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 13,18           | 4,77            | 0,19                     | 0,11                     | 0,43                     | 0,54                       |

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Armado de As en gradas**

|                      | <b>Usar</b>     |
|----------------------|-----------------|
| <b>Cama Superior</b> | 1 N° 3 a/c 0,15 |
| <b>Cama inferior</b> | 1 N° 3 a/c 0,10 |
| <b>Ast</b>           | 1 N° 3 a/c 0,20 |

Fuente: elaboración propia.



### **3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN**

#### **3.1. Limpieza, chapeo y destronque**

Son las operaciones previas a la iniciación de los trabajos de terracería y otros, con el objeto de eliminar toda clase de vegetación existente.

##### **3.1.1. Generalidades**

Se considera como limpia, chapeo y destronque la remoción de la capa vegetal del terreno natural hasta 0,30 metros de profundidad, medido a partir del perfil natural del terreno; eliminando toda vegetación viva o muerta. Dentro de este renglón, el contratista debe incluir todos los trabajos de topografía necesarios (medidas, altimetría y curvas de nivel, secciones transversales, etc.) para comprobar que se ha realizado efectivamente el trabajo.

Dentro de este mismo renglón, se debe considerar la demolición de construcciones que se encuentran a nivel del suelo natural, eliminación de hormigueros y zompoperos, el relleno de pozo de aguas negras y eliminación de cualquier otro material extraño e inadecuado susceptible de descomposición, o que obstaculice la ejecución del trabajo dentro del área de construcción.

##### **3.1.2. Remoción y eliminación de materiales**

Todos los desechos y materiales provenientes de remoción y demolición deberán retirarse del área de construcción antes de haber iniciado las paredes indicadas en los planos de construcción.

Cuando existan dentro del área de construcción pozos ciegos (negros) u otras irregularidades, estos deberán llenarse en capas sucesivas de cal, tierra estéril y agua.

Las operaciones de limpieza, chapeo y destronque en ese orden deberán quedar totalmente terminados y aprobados por el supervisor antes de proceder a la nivelación y trazo de la construcción.

### **3.1.3. Guardianía y bodega**

Se deberá construir una bodega para almacenar adecuadamente los materiales de construcción, que por las características no pueden permanecer a la intemperie.

Incorporado a la bodega se deberá construir una guardianía para asegurar condiciones mínimas de habitabilidad al guardián de la obra, la localización de estas instalaciones no deberán interferir el desarrollo de las actividades de construcción de la obra.

El supervisor aprobará la localización de la bodega y los materiales a utilizar en la construcción.

### **3.1.4. Instalaciones provisionales de agua y luz**

La constructora será la responsable de efectuar las instalaciones provisionales de agua y luz, para garantizar el suministro de las mismas durante la construcción de la obra objeto del contrato.

En caso no existan dichas instalaciones dentro del predio o próximos a él, la constructora deberá buscar la forma de aprovisionamiento adecuado para garantizar el suministro continuo de estas para la construcción y que estas circunstancias no se conviertan en motivo para no cumplir con el tiempo de ejecución de la obra.

#### Cerramiento provisional del área de construcción

Se deberá cerrar el área de construcción para garantizar que personas ajenas no interfieran en el trabajo, lo destruyan, deterioren.

En caso de ser necesario, se someterá a la aprobación del supervisor los materiales a utilizar para el cerramiento.

### **3.2. Movimiento de tierra y eliminación de estructuras existentes**

Es el conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones pueden realizarse en forma manual o en forma mecánica.

#### **3.2.1. Generalidades**

En dicha partida el contratista llevará a cabo toda la excavación y relleno de la construcción del edificio y los componentes. El trabajo incluirá la remoción del material de las excavaciones, construcción y remoción del embreizado, apuntalamiento tablestacado, encofrados, achicamientos, drenajes relleno, acondicionamiento del material excedente o inapropiado, la limpieza final y todo lo necesario para la adecuada ejecución del trabajo.

Previo a la excavación deberán establecerse conjuntamente entre el contratista y el supervisor los perfiles del terreno para fines de cuantificación. Los materiales removidos sin este requisito no serán objeto de pago.

La excavación se hará de acuerdo con lo indicado en los planos o hasta donde lo indique el supervisor, de acuerdo con el tipo de suelo encontrado.

### **3.2.2. Terraplenes**

Todo el trabajo comprendido en la sección de limpia, chapeo y destronque deberán estar finalizados antes de principiar cualquier trabajo de relleno. Todas las excavaciones por causa de destronque, remoción de rocas y otras excavaciones dentro del área de los terraplenes deberán ser rellenados y compactados a satisfacción del supervisor.

### **3.3. Trazo y replanteo**

El replanteo consiste en trazar o marcar sobre el terreno o sobre el elemento constructivo, todos los elementos de la obra que se describen en el proyecto de la obra y más específicamente en los planos.

#### **3.3.1. Generalidades**

Una vez limpiado y chapeado el terreno se procederá a la nivelación del terreno de acuerdo con los planos respectivos, marcando la localización general alineaciones y niveles. El contratista será responsable de las dimensiones y elevaciones establecidas para el inicio de la obra.



### **3.3.2. Ejecución**

Para la referencia de los trazos y niveles necesario, el contratista deberá construir los bancos de nivel y los mojones que se requieran, procurando que la localización sea la adecuada para evitar cualquier tipo de desplazamiento. El trazo deberá ejecutarse con teodolito cuya aproximación angular sea de un décimo de minuto y con cinta metálica. La nivelación se hará con nivel montado.

Las tolerancias que regirán en la ejecución de estos trabajos serán establecidas según el tipo de trabajo de que se trate.

### **3.4. Excavación estructural**

Comprende todo tipo de excavación de roca *in situ* de origen ígneo, sedimentario, vegetal y metamórfico de volumen mayor a un metro cúbico.

#### **3.4.1. Generalidades**

En este renglón estará comprendida toda la excavación y zanjeo de la cimentación de los diferentes módulos los cuales se efectuarán según se indica en los planos con las dimensiones suficientes para permitir la colocación del armado y fundición de los cimientos.

#### **3.4.2. Excavación de la cimentación**

Los lechos de los cimientos deberán ir totalmente horizontales. No se permitirán aristas redondeadas o socavadas en los cimientos. Si el fondo de la excavación fuera rocoso se hará de tal forma que la roca quede expuesta y

preparada en lecho horizontal y sin salientes para recibir el concreto. Las rocas sueltas deberán ser removidas, las grietas y cavidades expuestas deben limpiarse y rellenarse con mortero de concreto.

Si el fondo fuera de material arenoso o poroso, deberá ser sellado con concreto clase B con una resistencia mínima de 175 kilogramos por centímetro cuadrado, para que pueda ser secado con bomba. El sello de concreto no será utilizado a menos que lo autorice el supervisor de la obra.

Si se requiere de usar bombeo en la cimentación, este deberá hacerse de tal manera que no se extraiga ninguna porción de los materiales de concreto.

Toda la obra falsa empleada para la fundición de la cimentación será removida por el contratista una vez fraguado el concreto, bajo la aprobación del supervisor.

### **3.4.3. Relleno y compactación**

El contratista deberá rellenar todas las excavaciones efectuadas hasta los niveles que indiquen los planos, con material debidamente compactado en capas de 20 centímetros de espesor máximo con el porcentaje de humedad adecuado para obtener el 95 % de compactación del suelo obtenida de acuerdo con el método Standard de AASHO designación T-99-55, en caso el material de la excavación no sea adecuado, deberá sustituirse por material selecto solicitado por el visto bueno del supervisor del proyecto.

### **3.5. Concreto reforzado**

El concreto reforzado como el nombre lo indica, se refuerza con acero, normalmente con varillas de hierro corrugado, y puede ser simplemente apoyado o doblemente reforzado, se hace trabajar el concreto a compresión y el acero a tensión.

#### **3.5.1. Generalidades**

El trabajo a considerar en este renglón incluye todo el material, equipo y mano de obra para la construcción de estructuras de concreto reforzado fundido en el lugar, de acuerdo con lo indicado en los planos estructurales.

El concreto se obtendrá de la mezcla de cemento UGC normal, agua, arena de río y pedrín.

#### **3.5.2. Tipos de concreto**

Se consideran tres tipos de concreto según las resistencias a la compresión y a la ruptura.

El concreto tipo A será aquel cuya resistencia mínima a la compresión sea de 211 a 300 kilogramos por centímetro cuadrado y se utilizará en todos los elementos principales de la estructura: cimientos, columnas, vigas y losas y para fines de este proyecto se espera una resistencia media de 280 kilogramos por centímetro cuadrado; con una proporción 1: 2: 2, deberá obtenerse una resistencia de 217 kilogramos por centímetro cuadrado.

El concreto tipo B tendrá una resistencia mínima a la compresión de 175 kilogramos por centímetro cuadrado y se utilizará en la estructura secundaria: muros mixtos, soleras y mochetas, equivalente a una proporción 1:2:2.5.

El concreto tipo C tendrá una resistencia mínima a la compresión de 140 kilogramos por centímetro cuadrado y se utilizará en banquetas, bordillos, patios y pavimentos, con una proporción 1:2:3.

Las relaciones de agua cemento serán para tipo A de 6,5 US galones por 94 libras de cemento y la proporción absoluta por peso será 0,576; para el tipo B de 7,6 US galones por 94 libras de cemento y 0,67; la proporción absoluta por peso para el tipo C los valores serán de 8,6 y 0,76 respectivamente.

Se deberán efectuar pruebas de revenimiento durante la fundición, debidamente supervisadas y de acuerdo a las Normas ASTM C-143, estableciéndose las siguientes tolerancias; para las pruebas de laboratorio, deberán de efectuar

- Vigas, columnas y muros 4 pulgadas máximo con tolerancia de más o menos 1 pulgada. Como mínimo 6 muestras para ensayos de laboratorio se deberán realizar.
- Zapatas y cimientos de 3 pulgadas máximo con una tolerancia de más o menos 1/2 pulgada, se deberán realizar 4 cilindros para ensayos de laboratorio.
- El tamaño máximo de los agregados gruesos no será mayor de:
  - 1/5 de la separación menor entre los lados de la formaleta.

- 3/4 de la separación mínima libre entre varillas de refuerzo o paquetes.
- de varillas de 1/2 pulgada.

### **3.5.3. Materiales**

El cemento a usarse será UGC según requerimiento del ASTM-C-150, no podrá usarse otro tipo de cemento a menos que lo autorice el supervisor.

El agua a usarse será limpia, libre de aceite, ácidos, álcalis, material orgánico u otra sustancia que altere el comportamiento químico del concreto.

La arena a usarse será de río, lavada, tamizada en totalidad, en tamiz de 3/8 de pulgada y del 30 % al 50 % del volumen en tamiz No. 30, debiendo cumplir las especificaciones ASTM-C-33.

El pedrín a usarse será piedra triturada acorde a las especificaciones ASTM-C-33 con una dimensión máxima de 1 1/2 pulgadas para cimientos y 3/4 de pulgada para otros elementos estructurales. No deberá contener álcalis solubles en agua ni sustancias que puedan causar expansión en el concreto debido a la relación de los álcalis del cemento. Si se usan aditivos, estos deben cumplir con las Normas establecidas en la designación ASTM-C-260 y ASTM 494 y deberán ser aprobados por el supervisor sin perjuicio de cumplir con las especificaciones establecidas.

Todos los materiales deben ser adecuadamente almacenados por el contratista especialmente el cemento, evitando la contaminación y humedad que propicien un fraguado prematuro.

#### **3.5.4. Dosificación y mezclas**

El concreto deberá ser mezclado a máquina excepto cuando se presente una emergencia, previa aprobación del supervisor y el tiempo entre la preparación y la colocación del concreto, no debe exceder de 30 minutos a menos que sea premezclado.

En la mezcladora se introducirán los sólidos, teniendo cuidado de adicionar el agua antes de haber transcurrido un cuarto de tiempo de mezclado que será de medio minuto para dos yardas cúbicas o menos, dos minutos para tres yardas cúbicas y dos minutos y medio para cuatro yardas cúbicas, según la capacidad de la mezcladora, a velocidad de rotación recomendada por el fabricante. No se permitirán sobre mezclados excesivos. El concreto premezclado se aceptará siempre que se asegure una dosificación exacta, mezclada adecuada y entregada en tiempo, que incluya medición y control de agua. El intervalo entre cargas para el vertido no deberá exceder de 30 minutos.

El premezclado se hará ya sea en una concreteira fija instalada en obra o bien en camión mezclador, siempre que se ajuste a lo especificado por el fabricante del camión.

Todo el equipo de mezclado de concreto deberá estar totalmente limpio de todo residuo, materias extrañas o concreto endurecido.

#### **3.5.5. Encofrado y desencofrado**

Las formaletas deben de ajustarse a las formas y dimensiones de los elementos estructurales indicados en los planos y deben construirse sólidas y

herméticas, debidamente apuntaladas y arriostradas para garantizar la estabilidad.

La cimentación no llevará formaleta, siempre que el terreno lo permita. Para el resto de elementos se construirán formaletas de madera o metal a elección del contratista. Antes de efectuar la fundición debe contarse con la aprobación del supervisor.

El diseño de la formaleta estará a cargo del contratista y deberá tomar en cuenta la velocidad y método de vertido del concreto, carga de construcción y formas especiales.

El desencofrado debe efectuarse previa aprobación del supervisor. Ninguna pieza debe removerse hasta comprobar la capacidad de la estructura de auto sustentarse. En todo caso la formaleta debe permanecer en el lugar los siguientes tiempos:

Mínimos:

- En muros y columnas: dos días.
- En vigas, nervios y losas: catorce días para tramos de tres metros de luz un día adicional por cada 0,30 metros adicionales de luz, hasta un máximo de 28 días.
- En voladizos: siete días para tramos de 1, 2 metros de luz y cuatro días adicionales por cada 0,30 metros adicionales de luz, hasta un máximo de 28 días.

Toda formaleta debe ser humedecida o impregnada de aceite especial, según se requiera previo al vertido del concreto. Según Committee 347. Formwork for concrete.

### **3.5.6. Refuerzos**

El contratista suministrará, colocará y armará todas las barras de refuerzo, estribos y otros tipos de refuerzos de los elementos estructurales según se indica en los planos respectivos.

El acero de refuerzo será nuevo corrugado y de grado 40 y se deberá ajustar a las Normas contenidas en ASTM - A - 615, de una resistencia igual a la indicada en los planos.

El alambre de amarre será de hierro recocido de primera calidad y diámetro de 1,5 milímetros como mínimo, según el Manual of Standard practice Concrete Reinforcing Steel Institute. Y los soportes de las barras, tacos, silletas, espaciadores y suspensores serán de calidad y resistencia adecuadas, con el tamaño requerido para soportar el refuerzo.

El refuerzo se colocará según lo indiquen los planos estructurales y deberá estar libre de corrosión, grasa, tierra u otra materia que comprometa la adherencia. Todas las barras irán apoyadas y atadas para asegurar la posición en el proceso de vertido de concreto.

De acuerdo al manual Concrete Reinforcing Steel Institute ( CRSI) en caso de cimentación, se apoyarán en tacos de concreto de calidad similar al concreto a vertir. En el caso de vigas, viguetas y losas; se apoyarán en silletas de alambre de acero estirado, de calibre y dimensiones establecidas en planos.



Cuando se usen soportes de alambre en líneas continuas deberán colocarse, evitando que se traslapen las terminales con los elementos vecinos. Ninguna barra se colocará a más de 2 pulgadas de la última pata del soporte final de una línea continua.

Deberá evitarse empalmar varillas de refuerzos en lugares de máximo esfuerzo, pudiendo emplearse soldadura en los empalmes, siempre que cumplan con lo especificado en las normas de Recommended Practice for Welding Reinforcing Steel, Metal Insets and Connections in Reinforcing Concrete Construction.

La soldadura debe soportar a tensión un mínimo del 120 % del refuerzo en el punto cedente de la barra.

Los empalmes pueden ser traslapados siempre que cumplan con las longitudes especificadas en el ACI 318 y nunca menores de 0,30 metros y sin traslaparse en la misma sección transversal de un elemento, más de la mitad de las barras, debiendo separarse un mínimo de 40 diámetros de la barra. No se permitirán dobleces bruscos en extremos de barras traslapadas.

Los recubrimientos mínimos serán: para los cimientos 7,5 centímetros, para soleras de humedad y vigas de amarre 5 centímetros, para vigas y columnas 4 centímetros, para losas y elementos secundarios 2 centímetros, siempre que no se especifique otra cosa en los planos.

Los dobleces de las barras se harán en frío y antes de colocarlas dentro de la formaleta. No se doblarán barras parcialmente fundidas dentro del

concreto. Los dobleces para estribos se harán alrededor de un perno de doblar, con el doble del diámetro de la barra a doblar como mínimo.

Los ganchos se emplearán únicamente en los extremos de los estribos con dobleces en ángulo de 135 grados una extensión de 6 diámetros de la barra del estribo y no menor de 7 centímetros.

En varillas mayores de 1 pulgada de diámetro, los ganchos de anclaje deberán hacerse alrededor de un perno igual o mayor a 8 veces el diámetro de la varilla.

El doblar para diámetros menores de 1 pulgada y mayores de 1/4 de pulgada, se efectuará alrededor de un perno de doblar cuyo diámetro será no menor de 5 veces el diámetro de la barra. No se permitirá el reenderezado de las varillas, según el Manual of Standard Practice.

El traslape en todas las varillas no deberá ser menor a 32 veces el diámetros de las mismas.

### **3.5.7. Fundiciones**

El vertido del concreto se realizará a un ritmo que garantiza la plasticidad del concreto, para que se introduzca en todos los vacíos y ángulos de la formaleta, sin que se produzca segregación de los agregados.

El vertido deberá ser continuo, evitando las mezclas de concreto fraguado anteriormente con concreto fresco. No se permitirá el vertido de concreto endurecido parcialmente, rebatido o contaminado con materias extrañas.

El vertido deberá ser regulado para permitir la compactación, asegurando la estabilidad del encofrado y la fijeza de los refuerzos. No deberán depositarse grandes cantidades de concreto para distribuirlo en la formaleta posteriormente. Deberá ser compactado con vibradores, evitando la formación de ratoneras o segregación. Al quitar la formaleta deben quedar superficies lisas y uniformes en textura y color sin porosidades.

El concreto debe consolidarse con vibradores mecánicos y herramientas aprobadas por el supervisor, dentro de los siguientes 20 minutos al vertido. Deberá proveerse de 1 vibrador por cada 15 metros cúbicos por hora de fundición. Debe evitarse vibrar sobre el refuerzo o sobre concreto parcialmente endurecido.

Todo el concreto se verterá tan pronto como esté listo sin sobre pasar 30 minutos a partir del mezclado. Si se requiere de bombeo, el equipo deberá garantizar la consistencia y calidad especificada. Al transportarlo la caída libre vertical no deberá exceder de 1 metro; cuando se emplee canaleta deberá usarse una tolva para depositar el concreto, según ACI Manual de Concrete Inspection Committe 311.

La tubería de conducción deberá tener el mínimo de rodos y estar bien asegurados, así como lubricarla antes del transporte con pasta de cemento de aproximadamente 30 litros por cada 100 metros cuadrados de superficie.

El equipo debe colocarse lo más cerca posible de la fundición para evitar manipulaciones.

Antes de efectuar la fundición deberá verificarse que las tuberías colocadas dentro de elementos estructurales como las losas, paredes o vigas cumplan con los siguientes requisitos:

- El diámetro de los tubos no deberá ser mayor de  $1/3$  del espesor total de la losa, pared o viga.
- El diámetro interior no debe exceder de 2 pulgadas
- La separación mínima entre tuberías 3 veces el diámetro
- No deberán colocarse mangas o tuberías en puntos críticos de la estructura, ni dentro de la parte estructural de las columnas.
- El agua usada debe estar limpia y libre de materias extrañas

### **3.5.8. Tolerancias**

Las tolerancias máximas a aceptar en las piezas terminadas serán las siguientes:

- En columnas y paredes, la tolerancia vertical será de 0,5 centímetros, por cada 3,00 metros de altura y nunca mayor de 2,5 centímetros en altura total.
- En esquinas o fachadas, la tolerancia vertical será de 0,5 centímetros por cada 6,00 metros de altura y nunca mayor de 1,0 centímetros en la altura total.
- En losas, vigas y cielos, la tolerancia de desnivel de 0,5 centímetros, cada 3,0 metros de longitud y no mayor de 1,5 centímetros de longitud total.

- En dinteles, sillares y otras líneas horizontales visibles, la tolerancia de desnivel será de 0,5 centímetros por cada 6,0 metros de longitud y no mayor de 1,0 centímetro en toda la longitud.
- En separación de paredes, columnas tabiques y vigas la tolerancia será de 0,5 centímetros, por cada 30 metros pero no mayor de 1,0 centímetros por ambiente, o 2,5 centímetros en conjunto.
- La excentricidad será no más de 2 % del ancho del cimiento, pero no mayor de 5 %, para reducciones en el espesor de cimiento no más del 5 %, según ACI Manual of Concrete Inspection



## **4. CIMENTACION, ZAPATAS, SOLERAS DE AMARRE, COLUMNAS, VIGAS Y LOSAS**

### **4.1. Generalidades**

En este renglón se incluirán todos los trabajos relativos a la estructura principal del edificio en las diversas etapas de construcción.

### **4.2. Cimiento corrido**

Se entenderá por cimiento corrido, todos los elementos que conforman el cimiento, el cual será de concreto fundido medidos desde el nivel de piso, hasta el fondo de la cimentación. Solera de humedad, levantado del muro bajo solera, cimentación corrida, y todos los elementos necesarios para la completa ejecución, excluyendo zapatas.

La excavación de la cimentación se hará de acuerdo con las dimensiones establecidas en los planos.

El armado, la colocación del refuerzo y la fundición del cimiento y solera de humedad, se regirá por las especificaciones indicadas anteriormente.

### **4.3. Zapatas**

Todas las zapatas indicadas se trabajarán de forma independiente del cimiento corrido con el objetivo de trasladar las cargas verticales de las

columnas hacia las zapatas y se trabajarán con base en los planos del proyecto para este proyecto se construirá 3 tipos de zapatas de la siguiente forma:

Zapata tipo 1 de 1,60 x 1,60 metros, zapata tipo 2 de 1,20 x 1,20 metros, diseñadas con base en los planos del proyecto. Este elemento estructural se regirá por las especificaciones indicadas.

#### **4.4. Soleras de amarre**

Las soleras de cimentación o amarre se construirán de acuerdo a las indicaciones de los planos respectivos.

#### **4.5. Columnas y losas**

Las columnas se ajustarán a lo indicado en los planos respectivos y las construcciones se regirán por las especificaciones indicadas anteriormente.

Se comprende como techo a los elementos arquitectónicos y/o estructurales que se construyen con el objeto de cubrir la edificación de este proyecto, el techo y el entrepiso a utilizar en todas las edificaciones será de estructura de losa maciza con base en los planos del proyecto, con proporciones en la fundición 1:2:2



## **5. MUROS Y TABIQUES**

### **5.1. Generalidades**

En este renglón se incluirán todos los muros interiores y exteriores del edificio, de acuerdo con lo indicado en los planos respectivos, que deberán ser construidos de la forma siguiente y dimensiones establecidas.

### **5.2. Muros de block**

Las dimensiones del block a utilizarse tanto en los muros exteriores como en los interiores, serán de 0,14 x 0,19 x 0,39 y 0,09 x 0,19 x 0,39 metros. El block será de pómez tipo A, curado al vapor, con una resistencia mínima a la compresión de 35 kilogramos por centímetro cuadrado y nivel de absorción máxima de 30,00.

Los muros se construirán a plomo y nivel desde el cimiento con juntas de mortero de 1 centímetro de espesor, con el tipo de block especificado.

El levantado será de block y se le aplicará acabados posteriormente tales como repellos y cernidos y con base en planos fachaleta de ladrillo.

El block deberá ser de primera calidad con las medidas exactas, permitiéndose una desviación máxima de las mismas de más o menos 0,15 centímetros.

Tanto en muros exteriores como interiores deberán colocarse de soga y habrán de ser humedecidos previo a la colocación mediante inmersión. No se aceptarán blocks rotos o desportillados.

Los muros serán debidamente reforzados con amarres verticales y horizontales, según se indica en los planos. La colocación será con aparejo corrido debiendo quedar perfectamente encadenadas todas las intersecciones de muros y tabiques, dejándole suficiente cuña para asegurar firmemente los amarres de concreto.

Las uniones verticales y horizontales de los blocks quedarán ligeramente remetidas para proveer cuña al repello.

Los amarres verticales de refuerzo deberán ir perfectamente anclados a las vigas y soleras inferiores para asegurar la estabilidad de los muros.

La tolerancia máxima para muros estructurales será de 2 centímetros del eje marcado en los planos. En los muros interiores las hiladas no se desviarán de la dirección proyectada en más del uno por ciento y los espesores de las juntas no excederán de las establecidas en más de 2 milímetros.

### **5.3. Tabiques**

Este tipo de levantado se utilizará para dividir interiores, serán pegados con mortero compuesto de una parte de cemento UGC normal, una parte de cal hidratada y 6 partes de arena de río, según Normas ASTM C-270-54-T, con una resistencia de 750 libras por pulgada cuadrada, el tipo de block a utilizar será de 0,09 x 0,19 x 0,39 m con una resistencia mínima de 25 kilogramos sobre centímetro cuadrado.

El mortero se usará inmediatamente después de preparado y nunca después de 45 minutos de elaborado, debiendo ser preparado en cajas de madera construidas para el efecto.

#### **5.4. Morteros**

Todos los muros interiores y exteriores serán pegados con mortero compuesto de una parte de cemento UGC normal, una parte de cal hidratada y 6 partes de arena de río, según Normas ASTM C-270-54-T, con una resistencia de 750 libras por pulgada cuadrada a los 28 días.

El mortero se usará inmediatamente después de preparado y nunca después de 45 minutos de elaborado, debiendo ser preparado en cajas de madera construidas para el efecto.

Una vez elaborado no deberá añadirsele más agua.

#### **5.5. Barandas de metal**

Para acceder al segundo nivel del edificio se deberán utilizar barandas de metal en las orillas del corredor del segundo nivel y en los accesos de las gradas a construir y deberán ubicarse con espaciamientos no mayores de 8 centímetros y una altura de 1 metro, con base en las especificaciones presentadas en los planos del proyecto, debiendo utilizar angular para el pegado en la estructura de concreto.



## **6. ACABADOS**

### **6.1. Generalidades**

Comprende este renglón, todos los recubrimientos que se apliquen a los muros, mochetas, columnas, como base o como superficie final y consistirá en aplicaciones uniformes de materiales en superficies verticales, u horizontales, los que no variarán en un menos 20 % del espesor promedio indicado.

Las ondulaciones no serán mayores de 1 milímetro por metro construido. Previo a la aplicación del repello debe prepararse las superficies en la forma siguiente:

### **6.2. Picado**

El picado consistirá en escarificar las superficies a una profundidad de 2 a 3 milímetros, con golpes de cincel o pico (piocha) en forma intencionalmente irregular, con el objeto de lograr una adherencia mecánica del forjado.

### **6.3. Ensabietado**

Se aplicará un acabado de sabieta, en las columnas, soleras y dinteles verificando la verticalidad según sea el elemento.

#### **6.4. Tallado**

Las columnas, soleras, sillares y dinteles deberán tallarse utilizando madera en buen estado para garantizar los filos exactos y la verticalidad.

#### **6.5. Repello más cernido**

El contratista efectuará un acabado de repellos mas cernidos en columnas de amarre y vigas, así como el levantado de muros de block, de acuerdo con lo indicado en los planos de acabados para lo cual humedecerá la superficie, procederá a aplicar la mezcla que consistirá de la forma siguiente: para el repello en una parte de cemento, 4 partes de cal hidratada y 8 partes de arena amarilla; para el cernido se tendrá una parte de cemento, 4 partes de cal hidratada y 8 partes de arena blanca cernida.

El acabado para el repello será con base en alinear los muros levantados. El acabado para el cernido será de tipo vertical y tendrá 3 milímetros de espesor mínimo.

#### **6.6. Alisado de columnas y vigas**

El contratista efectuará un acabado de alisado a cernido en columnas y vigas vistas, de acuerdo con lo indicado en los planos de acabados para lo cual humedecerá la superficie, procederá a aplicar la mezcla que consistirá en una parte de cemento, 4 partes de cal hidratada y 8 partes de arena blanca cernida fina equivalente a materiales para cernidos finos de alta calidad.

El acabado será de tipo vertical y tendrá 3 milímetros de espesor mínimo.

## **6.7. Colocación de azulejos**

El contratista deberá colocar azulejos en los lugares que se indique en los planos. El azulejo a utilizar será nacional de 0,20 x 0,20 metros y de espesor mínimo de 4,5 milímetros, color blanco, liso y procesado al horno, de primera calidad, libre de raspaduras o agujeros y debe ser proporcionada a la obra en cajas selladas de fábrica.

La superficie en la cual se aplicará debe ser homogénea, seca y libre de grasa o aceite, debe ser firme y con diferencias no mayores de 3 milímetros. El azulejo debe estar limpio de polvo antes de colocarse y la fijación se hará con pegamix (producto preparado en bolsas listo para colocarle agua) de 3 milímetros de espesor, debiendo colocarse el azulejo mientras la pasta tenga cohesividad.

Una vez colocado el azulejo, se aplicará disuelto en agua un estucado de porcelana en polvo de color blanco, para cubrir debidamente las ranuras entre las unidades del azulejo.

En caso que el área de colocación esté excesivamente húmeda deberá aplicarse dos manos de impermeabilizante antes de la colocación, iniciando al secar el sello.

En 8 días después de colocado el azulejo con el respectivo estuque, deberán de limpiarse todas las superficies, con una solución de 1 a 1 de agua y ácido muriático para lo cual deberán de tomarse las debidas precauciones, utilizando una cubeta plástica, protección para los ojos y deberá ser aplicado con una esponja plástica en toda la superficie del azulejo, debiéndose proteger también todas las superficies que pudiera afectarse por el ácido.

## **6.8. Colocación de pisos**

Esta sección comprende todo lo relacionado con los pisos interiores del edificio, que utilizarán pisos cerámicos, en aulas y corredores y piso cerámico antideslizante en áreas de gradas y servicios sanitarios y cocina, tal como se indica en los planos del listado de acabados y las presentes especificaciones.

Los pisos se colocarán de acuerdo con los niveles y pendientes que se indican en planos. Las pendientes de los pisos definidos como horizontales, no deberán de exceder de un 0,25 %, las protuberancias no serán mayores de un milímetro.

Los materiales en el caso de unidades o placas deberán tener dimensiones exactas y color uniforme, las piezas no deberán variar en dimensiones en más de un milímetro. No se aceptarán piezas con protuberancias, fisuras, irregularidades o desportillamientos.

## **6.9. Base para pisos de concreto**

Deberá escarificarse 30 centímetros debajo de las capas de piso y compactarse a un 90 % con material denominado selecto en capas no mayores de 10 centímetros de espesor, hasta una altura de 10 centímetros abajo de la capa de piso.

El contratista será responsable de la estabilidad de las bases y asumirá los gastos de cualquier deterioro en los mismos, causados por negligencia, o como resultado de causas naturales como lluvias o tormentas.



Si se encontrase material inadecuado dentro del área de la base, esta deberá de cambiarse totalmente y sustituirse por material selecto compactado a la humedad óptima recomendada, sin ningún costo para el Instituto, pero si notificando de tal situación a la supervisión, para el conocimiento y efectos subsiguientes.

#### **6.10. Pisos de concreto en interior de edificios y banquetas**

Para la fundición de losas de concreto se colocará una capa de material selecto compactado de 0,10 metros de espesor, procediéndose a colocar amarres, camisas, tuberías, etc. Según se indica más adelante y finalmente la fundición con concreto tipo C en módulos alternos de 3 metros de largo como máximo, para el caso de pisos interiores 2 metros en el caso de banquetas y patios de trabajo.

El espesor de la losa será de 0,07 metros a menos que se indique lo contrario. El acabado final será cernido rayado con escoba, a manera de obtener una superficie antiderrapante.

#### **Piso cerámico**

Para la instalación de piso cerámico se deberá cumplir con base en planos con fundición de bases de concreto se colocará una capa de material de mezclón de 0,05 metros de espesor, posteriormente deberá procederse a colocar el piso cerámico con los agregados como pegamento de piso cerámico y los agregados.

Se instalará el piso cerámico normal en aulas y corredores del edificio a construir y se instalará piso cerámico antideslizante en áreas de servicios sanitarios y gradas de acceso a los demás niveles.

#### **6.11. Puertas**

Las puertas se harán con hierro, debiéndose apegar a planos y especificaciones para la construcción e instalación.

Por ningún motivo se dejara colocar los marcos de las puertas y las ventanas desportillando la mocheta para anclar a la varilla y tendrá que utilizar tarugo expansivo.

En los planos presentados en la planta de acabados se adjuntan un listado de puertas y tipos a utilizar en los 2 niveles en forma general y se deberán tomar en cuenta los detalles del tipo de puertas a utilizar.

#### **6.12. Puertas de hierro o metálicas**

Todas las puertas indicadas como de hierro o de metal se colocarán para el exterior de los edificios, se construirán con los perfiles y láminas que se indican en los planos respectivos, sin embargo, el espesor mínimo de estas no será menor de 1/16 pulgadas. Todas llevarán una chapa, herrajes y serán pintadas con 2 manos de pintura anticorrosiva negra y 2 manos de pintura esmalte de color aprobado por el supervisor.

### 6.13. Cerraduras

Serán de tipo cilíndrico y de acero inoxidable mate (de primera calidad, sin laca, para uso de tráfico pesado, con amaestramiento ilimitado, llave con volteadores de clavija y pestillos de resorte).

Las cerraduras serán las siguientes:

- De baño  
Que al presionar el botón de la perilla interior, se fije la perilla exterior y accionando la perilla interior o cerrar la puerta suelte el automáticamente el botón, de modo que la perilla este siempre libre, en caso de emergencias pueda ser abierto con una ficha o con un destornillador.
- Oficinas.  
Que por fuera o en perilla exterior se cierre o abra con llave, por dentro con el botón, con pestillo automático que evite el encierro accidental.
- Bodega  
La perilla exterior siempre estpa fija, que se abra solo con llave, la perilla interior, que se mantenga siempre libre.
- Bisagras  
Serán de acero forjado mate de 3 x 3 pulgadas, incluyendo en las puertas cierra puertas. La colocación de las mismas se hará de tal forma que no dañen los acabados vecinos, ejecutándose con limpieza y apegándose a los módulos establecidos en los planos. Los pernos se

lubricarán con grasa grafitada, los tornillos a utilizar serán de metal con el mismo acabado del herraje.

#### **6.14. Ventanas de metal**

Las ventanas estarán compuestas por estructuras de metal definida con base en los planos del proyecto, secciones y dimensiones indicadas en planos y de un espesor no menor de 3,5 milímetros en las secciones principales.

##### **Fabricación e instalación**

El contratista deberá presentar para la aprobación al supervisor del proyecto muestras de secciones típicas antes de proceder con los trabajos.

Todos los anclajes, ligadores, sujetados y artículos similares deberán ser de aluminio conformado a presión de acero galvanizado por inmersión en caliente o de acero inoxidable y antimagnético de la Serie 300 ASTM. En lo posible, todo el trabajo será ajustado y armado en taller.

La armadura, refuerzos, etc., serán hechas con la suficientes características estructurales. Los perfiles serán bien definidos, correctos con superficies planas y exactas, verticales, y paralelas y a escuadra. Todas las superficies expuestas y visibles tendrán trazos rectos y a nivel así como libre de defectos.

Se proveerá de medios para absorber la expansión térmica de las diferentes partes de la ventanearía. Las partes móviles serán construidas de tal

modo que el polvo no interfiera con la eficiencia ni endurezca los mecanismos de maniobra.

Todo el trabajo de ventanas será fabricado de modo que sea resistente al agua y a las inclemencias del tiempo. La máxima filtración de aire será conforme a todas las secciones y subsecciones de miembros que serán fabricados exactamente, ajustadas y perfectamente acopladas.

Las uniones deberán ser perfectamente planas y en ángulos rectos, terminados limpiamente y resistentes para el debido funcionamiento.

Todas las secciones deben ser atornilladas, las puntas deberán ser debidamente marchamadas para evitar la salida de las tuercas. Todo el trabajo de tornillos y punteras visibles será cortado y pulido.

Todos los contactos de aluminio con hierro u otros materiales deberán estar perfectamente aislados, para evitar corrosión por electrólisis y otras causas.

Todos los anclajes, tornillos, etc., que se utilicen para la colocación de la ventanearía, deberán ser de aluminio y/o acero inoxidable

Las partes móviles serán de paletas con protección contra la entrada de agua y polvo, en ventanas cuyos operadores estén a más de 2,10 metros, sobre el nivel del piso, serán accionadas por cadena. Todas las ventanas deberán ser instaladas rectas, a escuadra a nivel y a la elevación indicada en los planos y en la localización establecida.

Serán colocadas con uniones y subdivisiones perfectamente construidas, netas, bien diseñadas y que impidan filtraciones de toda clase.

Todo el trabajo será suficientemente amarrado y sujeto hasta que sea definitivamente anclado a la estructura. Todas las barras verticales o mullions, serán sujetadas y ancladas firmemente. Todas las uniones de materiales serán a prueba de agua.

Todas las uniones de ventanas múltiples serán atornilladas a través de las barras verticales o mullions. Todas las partes móviles como paletas, serán fabricadas de tal manera que la operación y movimiento sea uniforme, suave y responda con un pequeño movimiento manual.

El contratista deberá coordinar el trabajo de ventanearía con la instalación de vidrio y las otras actividades de construcción.

El contratista será responsable de la protección y mantenimiento de la ventanearía hasta la entrega final de la unidad.

#### Vidrio

El tipo de vidrio a colocarse en las ventanerías será como se indica en los planos, con un espesor de 5 milímetros, como mínimo.

En términos generales todo el vidrio deberá llenar los requisitos de las Especificaciones Federales (USA).

Deberán suministrarse espaciadores de neopreno en todos los lados, a fin de que el vidrio quede bien centrado en la ventana. Asimismo, deberán

colocarse planchas de neopreno en las soleras o antepechos a fin de evitar toda clase de infiltraciones.

En los lugares de la ventanería donde debe usarse silicón deberá de poseer un correcto pegado. Todos los vidrios rotos a causa de la instalación o trabajos defectuosos, deberán ser sustituidos sin recargo extra, así como los que se rompan por dilatación, descuidos etc.

No se aceptará vidrio mal colocado o que no se ajuste a los requisitos especificados, el cual deberá ser sustituido sin compensación adicional.

El contratista deberá dejar totalmente limpios, la ventanería y los vidrios, hasta la satisfacción de la supervisión. Deberá además retirar de la obra todo desperdicio, sobrante y limpiar toda mancha o gotas, rebabas, silicón, etc., causadas durante la colocación. Deberá asimismo proteger, limpiar y mantener la ventanearía hasta la entrega final del edificio. El contratista deberá rectificar todas las medidas en obra.





## **7. INSTALACIÓN HIDRÁULICA**

### **7.1. Generalidades**

Bajo la partida de instalaciones de agua potable, el contratista suministrará toda la mano de obra, materiales y equipo que sean necesarios de acuerdo a lo especificado en los planos respectivos, que incluyen instalación de tubería PVC, tanque cisterna, valvulería, tanque elevado, instalaciones sanitarias, lavatrastos en el aula educación para el hogar, área de pilas y cocinas.

El trabajo se deberá ejecutar de acuerdo a estas especificaciones y de conformidad con el diseño, dimensiones y notas que se indican en los planos.

Las especificaciones y Normas de la ASTM (American Society Form Testing Materials), regirán para los métodos de ensayo de la tubería y los accesorios.

### **7.2. Materiales para agua fría**

El contratista deberá usar en todas las instalaciones de agua fría tubería rígida de cloruro de polivinilo (PVC) color blanco, para una presión de servicio de 160 libras por pulgada cuadrada.

Asimismo, todas las adaptaciones y acoplamientos deberán hacerse con accesorios de PVC.

Las uniones de la tubería y accesorios de PVC podrán hacerse ya sea con juntas cementadas con solventes de secado rápido o mediante el uso de juntas rápidas con empaques de hule.

Toda la tubería PVC deberá ser fabricada de acuerdo con las Normas Comerciales Norteamericanas CS-256-63 o especificaciones de la ASTM 0-2241-73 y el compuesto empleado para la fabricación deberá estar clasificado como tipo I, grado I, tener un esfuerzo electrolítico de diseño de 2000 libras por pulgada cuadrada.

La parte del tubo que quede enterrado o abajo del nivel del piso del edificio, deberá quedar protegida, mediante fundición de concreto tipo C con 2 pulgadas de recubrimiento mínimo.

### **7.3. Válvulas**

Se colocarán donde se indique en los planos y en cada entrada de agua aunque no se indique en los mismos.

De compuerta

Estarán formadas por un vástago ascendente, cuerpo de bronce y probadas a 125 libras por pulgada cuadrada de presión.

De chorro para manguera

Deberán ser de bronce con manija movable y boca roscada para conectar manguera.

#### **7.4. Tubería enterrada**

El contratista deberá hacer las zanjas a una profundidad que esté de acuerdo con las normas de los fabricantes y tener especial cuidado en no dejar piedras cortantes dentro de las zanjas, antes de colocar la tubería dentro de las mismas, así como controlar que el material de relleno no contenga piedras con filos que puedan dañar los tubos.

En general las zanjas se deberán cortar simétricas al eje de la instalación de las tuberías y deberán tener un ancho mínimo igual al diámetro de la tubería más 50 centímetros.

El ancho de las zanjas deberá ser suficiente para permitir la correcta instalación de la tubería y facilitar la adecuada compactación del relleno a los lados de la misma. Las zanjas deberán tener como mínimo una profundidad de 50 cm.

Los tubos que salen arriba del nivel del piso del edificio, deberán quedar perfectamente asegurados a las zanjas que se hagan en los muros y fundidos con concreto.

Cualquier daño o defecto que aparezca en la instalación, antes de ser recibida la obra en totalidad, deberán ser reparadas por cuenta del contratista.

Previo la recepción de estos trabajos y antes de proceder al relleno de las zanjas en el caso de la tubería enterrada, el ingeniero supervisor conjuntamente con el contratista probará todo el sistema, para constatar que no quedaron fugas de agua que puedan ocasionar problemas posteriores.

## **7.5. Circuitos parciales**

Antes de rellenar las zanjas y tapar los tubos, sin colocar los artefactos, el contratista instalará un depósito equipado con una bomba y manómetro, previamente calibrado.

Se llenará la tubería de agua y se le aplicarán por medio de la bomba, 100 libras/pulgada cuadrada de presión, leída en el manómetro. Si la lectura en el manómetro permanece invariable durante 24 horas se dará por buena la instalación del circuito probado.

Si la lectura en el manómetro baja, se procederá a localizar y reparar la o las fugas que aparezcan hasta que el circuito cumpla con la norma establecida de no perder presión durante 24 horas.

## **7.6. Circuito general**

Una vez probados los circuitos parciales, se procederá a probar el circuito general, para lo cual conectará la bomba a dicha red general, cerrando las llaves de compuerta a los circuitos parciales.

## **7.7. Lavado y desinfección de la instalación**

Se hará circular agua a una velocidad no menor de 0,75 metros por segundo durante por lo menos media hora, el tiempo necesario para que circule por lo menos dos veces, el contenido del agua en ellas.

## Desinfección de la tubería

- Se deberá vaciar completamente el agua utilizada para el lavado.
- Se llenará nuevamente con agua que contenga una concentración de cloro de 20 miligramos por litro. Esta agua deberá dejarse en la tubería durante 24 horas.
- Transcurrido el tiempo anterior, se procederá a lavar nuevamente a tubería haciendo circular agua hasta eliminar la utilizada para la desinfección. El agua empleada para el lavado final tendrá la misma calidad que la que circulará normalmente.



## **8. INSTALACIÓN SANITARIA**

### **8.1. Generalidades**

Bajo la partida de drenajes, el contratista suministrará toda la mano de obra, materiales y equipo que sean necesarios de acuerdo a lo especificado en los planos respectivos.

En general y a menos que se indique lo contrario en algún lugar, toda la tubería de drenajes, tanto de aguas negras como pluviales, localizada dentro del área construida del edificio, será de cloruro de polivinilo rígido PVC.

La tubería localizada en el exterior de la edificación será de concreto, enterrada, con desnivel no menor de 2 % en la dirección del flujo y contar con caja de registro o conectora en los cambios de dirección indicadas en los planos.

#### **Tubería enterrada**

El contratista deberá excavar hasta la profundidad indicada en los planos, no importando el material que se encuentre. El material excavado que no se utilice para el relleno, deberá ser retirado del lugar por cuenta del contratista.

Se deberá evitar excavar a profundidad mayor de la indicada en los planos, si esto sucediera, el contratista repondrá el exceso con fundición de concreto. Si se encontrará material inestable, este deberá ser sacado y

colocado en el lugar, material selecto bien compactado debiéndosele reconocer al contratista el costo de este trabajo. Los costados de las zanjas deberán ser verticales y si la excavación es en roca, se excavará 20 centímetros a bajo de la cota Invert.

El contratista deberá tomar las precauciones que considere necesarias para evitar que las zanjas se inunden, en caso que esto suceda y sin cobro adicional, bombeará y sacará el agua que se hubiese acumulado antes de colocar la tubería.

La tubería deberá colocarse comenzando aguas arriba hacia abajo, de manera que en caso de lluvia no se pueda tapar el agujero del último tubo colocado, evitando que el sistema se pueda azolvar. Por consiguiente cualquier daño que aparezca antes de la recepción será reparado por cuenta del contratista.

Después de colocadas, probadas y aceptadas las tuberías se procederá al relleno de las zanjas, dicho relleno deberá hacerse por capas uniformes no mayores de 15 centímetros compactadas perfectamente cada una de ellas. Deberá poner especial cuidado en la compactación del relleno en los laterales del tubo y la excavación.

## **8.2. Materiales tubería de cloruro de polivinilo rígido PVC**

La tubería de PVC utilizados para drenajes será de acuerdo a la Norma CS-256-63 o ASTM D-2241-74. Deberán soportar una presión de servicio de 100 libras por pulgada cuadrada, todas las adaptaciones y acoplamientos del sistema, deberán hacerse con accesorios PVC.



Las uniones de los tubos y juntas PVC deberán ser efectuadas con solvente de secado rápido. Otras especificaciones serán iguales a las indicadas en el agua potable.

### **8.3. Bajadas pluviales**

Toda la tubería indicada como bajadas de agua pluvial, (BAP) indicadas en los planos, serán tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) rígido de 4 pulgadas de diámetro para presión de trabajo de 110 libras por pulgada cuadrada debiendo quedar dichas tuberías perfectamente a plomo, e irán recubiertas con concreto como protección, según planos, que deberán llegar a cajas de aguas pluviales y conducida a drenajes pluviales y/o superficiales.

### **8.4. Cajas**

Las cajas serán de ladrillo tayuyo, como se indican cada una de ellas en los planos respectivos debiéndose considerar que no podrán colocarse cajas más pequeñas que los diámetros de los tubos que llegan a ellas.

Se deberán construir cajas pluviales y de aguas residuales de forma independiente con el objeto de conducir las aguas a los colectores existentes pluviales y de aguas residuales.

De unión

Estas se colocarán con tapaderas y base de concreto completamente selladas, a fin de evitar fugas de agua, gases, lo cual se hará sellando completamente entre ladrillo y tapadera final con una mezcla denominada sabieta a base de cemento y arena de río cernida.

De registro

Deberá ajustarse a los planos del proyecto con la diferencia que la tapadera tendrá pestaña al centro para poder levantarla y darle mantenimiento si fuera necesario.

Reposaderas

Las cajas denominadas como reposaderas deberán cumplir con las dimensiones especificadas en los planos de diseño, fundidas con concreto de relación 1:2:3. Estas deberán que llevará una rejilla metálica, con hierro de construcción de 3/8 pulgadas separadas un centímetro entre ellas, movibles.

## **8.5. Artefactos y accesorios sanitarios**

Instalación.

El contratista proveerá e instalará los artefactos sanitarios que se indican en los planos. Todos los artefactos serán de primera calidad y del tipo especificado.

No se aceptarán artefactos que presenten algún defecto, tales como: astilladuras, rajaduras, abolladuras, desportillados, rayones, etc.

Los tubos y accesorios visibles de los artefactos, serán de metal cromado, con la correspondiente chapeta a la pared. No se aceptarán salidas en el piso.

Todas las conexiones de agua al artefacto deberán de estar provistas de la correspondiente contra llave.

La altura de la toma de agua así como los drenajes, deberá ser efectuada de acuerdo a lo especificado por el fabricante, para el artefacto correspondiente.

Todas las uniones roscadas se sellarán utilizando cinta de teflón. Para colocar los artefactos fijados a la pared, deberán seguirse las indicaciones del fabricante.

#### Inodoros

Para público y personal de la unidad con depósito tipo trampa inversa, con fluxómetro y con asiento de plástico color blanco, similar al modelo 509 de Incesa Standard con asiento elongado abierto similar al modelo 200-AE de Incesa Standard.

#### Lavamanos

Lavamanos de porcelana color blanco, tipo incesa Standard, debiendo soportarlos sobre una base de muros de block 0,10 tipo tabique reforzados formando una mesa de concreto y cubiertos de azulejo color blanco, la mezcladora.

Serán tipo aluminio y deberán presentar 3 opciones al supervisor, el cual verificará y aprobará la misma.

## Accesorios sanitarios

Todos los servicios sanitarios se equiparán con los accesorios que se especifican a continuación:

### Papelero de acero inoxidable

De acero inoxidable para papel higiénico con capacidad para dos rollos de papel tamaño estándar con puertas frontales, con llave, para empotrar en la pared a una altura máxima de 60 centímetros de 10 y 3/4 pulgadas de alto, 6 1/8 pulgadas de ancho y 3 pulgadas (762 mm) de profundidad, igual o similar a modelo B-388 de BOBRICK.

Para las presentes especificaciones deberán ser ejecutadas en coordinación con los planos diseñados para este proyecto y evaluados por parte de la supervisión técnica.

## **9. PRESUPUESTO**

### **9.1. Generalidades**

En la siguiente tabla se detalla el presupuesto a ser considerado para la realización del proyecto.

## Presupuesto

Tabla LIV.

| INTEGRACION PRECIO UNITARIO DEL PROYECTO<br>DISEÑO DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN BÁSICA<br>DEL MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA |   |                |          |                 |             |  |
|---|---|----------------|----------|-----------------|-------------|--|
| No.   | REGLÓN DE TRABAJO                         | UNIDAD         | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | MONTO TOTAL |  |
| <b>CONSTRUCCIÓN DE PRIMER NIVEL DE LA ESCUELA</b>   |   |                |          |                 |             |  |
| <b>1 PRELIMINARES</b>   |   |                |          |                 |             |  |
| 1,01  | Limpia y nivelación                       | m2             | 1 225,00 | Q3,84           | Q4 704,00   |  |
| 1,02  | Trazo y estaqueado                        | m.l.           | 424,00   | Q3,21           | Q1 361,04   |  |
| 1,03  | Corte y retiro de material no clasificado | m3             | 2 117,92 | Q56,25          | Q119 133,00 |  |
| <b>2 CIMENTACION</b>  |   |                |          |                 |             |  |
| 2,01  | Excavacion de cimentacion                 | m3             | 457,50   | Q111,61         | Q51 061,58  |  |
| 2,02  | Relleno de cimentacion                    | m.l.           | 297,38   | Q14,40          | Q4 282,27   |  |
| 2,03  | Cimiento corrido                          | m.l.           | 424,00   | Q160,24         | Q67 941,76  |  |
| 2,04  | Zapata Z-1                                | unidad         | 15,00    | Q1 972,78       | Q29 591,70  |  |
| 2,05  | Zapata Z-2                                | unidad         | 59,00    | Q862,48         | Q50 886,32  |  |
| 2,06  | Levantado de muro de cimentacion          | m2             | 267,12   | Q116,05         | Q30 999,28  |  |
| 2,07  | Solera de humedad                         | m.l.           | 424,00   | Q130,99         | Q55 539,76  |  |
| <b>3 LEVANTADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE AMBIENTES</b>  |   |                |          |                 |             |  |
| 3,00  | Levantado muro de 0,10                    | m2             | 63,52    | Q100,16         | Q6 362,16   |  |
| 3,01  | Levantado muro de 0,15                    | m <sup>2</sup> | 603,45   | Q121,52         | Q73 331,24  |  |
| 3,02  | Columna C-01                              | m.l.           | 42,02    | Q678,71         | Q28 519,39  |  |
| 3,03  | ColumnA C-02                              | m.l.           | 38,20    | Q565,20         | Q21 590,64  |  |
| 3,04  | Columna C-03                              | m.l.           | 64,94    | Q467,17         | Q30 338,02  |  |
| 3,05  | Columna C-04                              | m.l.           | 26,74    | Q396,85         | Q10 611,77  |  |
| 3,06  | Columna C-05                              | m.l.           | 30,56    | Q298,00         | Q9 106,88   |  |
| 3,07  | Columna C-06                              | m.l.           | 22,92    | Q341,99         | Q7 838,41   |  |
| 3,08  | Columna C-07                              | m.l.           | 106,96   | Q205,28         | Q21 956,75  |  |
| 3,09  | Columna C-08                              | m.l.           | 434,00   | Q111,60         | Q48 434,40  |  |
| 3,10  | Columna C-09                              | m.l.           | 7,00     | Q168,74         | Q1 181,18   |  |
| 3,11  | Columna C-10                              | m.l.           | 123,20   | Q139,06         | Q17 132,19  |  |
| 3,12  | Columna C-11                              | m.l.           | 52,80    | Q79,80          | Q4 213,44   |  |
| 3,13  | Columna C-12                              | m.l.           | 7,20     | Q151,50         | Q1 090,80   |  |
| 3,14  | Viga V-1 de 0,25x0,45                     | ml             | 30,00    | Q656,80         | Q19 704,00  |  |
| 3,15  | Viga V-2 de 0,20x0,40                     | ml             | 240,56   | Q438,64         | Q105 517,83 |  |
| 3,16  | Viga V-3 de 0,25x0,35                     | ml.            | 39,02    | Q560,66         | Q21 874,15  |  |
| 3,17  | Viga V-4 de 0,20x0,40                     | m.l.           | 23,62    | Q449,20         | Q10 611,54  |  |
| 3,18  | Viga V-5 de 0,15x0,25                     | ml             | 9,10     | Q243,29         | Q2 213,94   |  |
| 3,19  | Solera de 0,15x0,20 de remate             | m.l.           | 248,01   | Q137,36         | Q34 066,65  |  |
| 3,20  | Solera intermedia de sillar 0,15x0,20     | m.l.           | 87,66    | Q148,36         | Q13 005,91  |  |
| 3,21  | Solera intermedia block u                 | m.l.           | 427,37   | Q105,12         | Q44 925,13  |  |

Continuación de la tabla LIV.

|                                       |  |        |          |            |                      |
|---------------------------------------|--|--------|----------|------------|----------------------|
| <b>4</b>                              | <b>PISOS, CORREDORES PATIOS</b>                        |        |          |            |                      |
| 4,01                                  | Banqueta de concreto de 0,07 de espesor                | m2     | 642,16   | Q133,31    | Q85 606,35           |
| 4,02                                  | Piso cerámico  | m2     | 527,50   | Q112,50    | Q59 343,75           |
| 4,03                                  | Fundicion de base para piso ceramico e=,05 m           | m2     | 527,5    | Q76,58     | Q40 395,95           |
| <b>5</b>                              | <b>CUBIERTA</b>  |        |          |            |                      |
| 5,01                                  | Losa tradicional e = 0,12                              | m2     | 561,26   | Q498,27    | Q279 659,02          |
| 5,02                                  | Losa tradicional e = 0,10                              | m2     | 24,00    | Q402,38    | Q9 657,12            |
| <b>6</b>                              | <b>VENTANERIA</b>                                      |        |          |            |                      |
| 6,01                                  | Ventaneria tipo ventana balcon de metal                | m2     | 120,83   | Q537,50    | Q64 946,13           |
| 6,02                                  | Porton tipo 1 de 4,00x2,60 de metal                    | Unidad | 1,00     | Q4 290,00  | Q4 290,00            |
| 6,03                                  | Puerta tipo 2 de 1,00x2,60 de metal                    | Unidad | 7,00     | Q1 170,00  | Q8 190,00            |
| 6,04                                  | Puerta tipo 3 de 0,80x2,60 de metal                    | Unidad | 1,00     | Q975,00    | Q975,00              |
| 6,05                                  | Puerta tipo 4 de 1,00x2,60 de madera                   | Unidad | 2,00     | Q1 415,00  | Q2 830,00            |
| 6,06                                  | Puerta tipo 5 de 0,70x2,60 de madera                   | Unidad | 4,00     | Q923,00    | Q3 692,00            |
| 6,07                                  | Puerta tipo 6 de 0,75x2,60 de metal                    | Unidad | 1,00     | Q926,25    | Q926,25              |
| 6,08                                  | Puerta tipo 7 de 1,60x2,60 de dos hojas de metal       | Unidad | 7,00     | Q1 950,00  | Q13 650,00           |
| 6,09                                  | Puerta tipo 8 de 0,70x1,80 de metal                    | Unidad | 7,00     | Q667,50    | Q4 672,50            |
| 6,10                                  | Puerta tipo 9 de 0,90x1,50 de metal                    | Unidad | 1,00     | Q693,75    | Q693,75              |
| 6,11                                  | Puerta tipo 10 de 0,70x1,20 de metal corrediza         | Unidad | 1,00     | Q533,75    | Q533,75              |
| <b>7</b>                              | <b>INSTALACIONES DE ENERGIA ELECTRICA</b>              |        |          |            |                      |
| 7,01                                  | Instalacion de energia electrica pn                    | Global | 1,00     | Q73 754,63 | Q73 754,63           |
| <b>8</b>                              | <b>INSTALACIONES DE AGUA POTABLE</b>                   |        |          |            |                      |
| 8,01                                  | Instalacion de agua potable pn                         | Global | 1,00     | Q48 763,75 | Q48 763,75           |
| <b>9</b>                              | <b>INSTALACION DE DRENAJE</b>                          |        |          |            |                      |
| 9,01                                  | Instalacion de drenaje de aguas negras pn              | Global | 1,00     | Q77 942,34 | Q77 942,34           |
| 9,03                                  | Instalacion de drenaje agua pluvial pn                 | Global | 1,00     | Q47 799,15 | Q47 799,15           |
| <b>10</b>                             | <b>CONSTRUCCION DE GRADAS DE ACESO A SEGUNDO NIVEL</b> |        |          |            |                      |
| 10,01                                 | Armado y fundición de gradas                           | m2     | 21,53    | Q683,43    | Q14 714,25           |
| <b>11</b>                             | <b>ACABADOS</b>  |        |          |            |                      |
| 11,01                                 | Colocacion de fachaleta                                | m2     | 124,00   | Q157,00    | Q19 468,00           |
| 11,02                                 | Colocacion de azulejo                                  | m2     | 89,04    | Q109,67    | Q9 765,02            |
| 11,03                                 | Repello mas cernido muros y techos                     | m2     | 1 279,96 | Q55,50     | Q71 037,78           |
| 11,04                                 | Alisado de columnas                                    | m.l.   | 1 063,49 | Q69,35     | Q73 752,89           |
| 11,05                                 | Alisado de vigas                                       | m.l.   | 342,30   | Q60,05     | Q20 554,81           |
| 11,06                                 | Junta de dilatación                                    | m.l.   | 15,00    | Q177,68    | Q2 665,20            |
| 11,09                                 | Pintura de muros                                       | m2     | 1 279,96 | Q33,25     | Q42 558,67           |
| <b>SUB-TOTAL PRECIO PRIMER NIVEL:</b> |  |        |          |            | <b>Q2 031 965,19</b> |

Continuación de la tabla LIV.

| <b>CONSTRUCCION DE SEGUNDO NIVEL DE LA ESCUELA</b>         |  |                |          |            |             |
|--|--|----------------|----------|------------|-------------|
| <b>3 LEVANTADO DE MUROS, COLUMNAS Y VIGAS DE AMBIENTES</b> |  |                |          |            |             |
| 3,00   | Levantado muro de 0,10                       | m2             | 24,20    | Q100,16    | Q2 423,87   |
| 3,01   | Levantado muro de 0,15                       | m <sup>2</sup> | 464,17   | Q121,52    | Q56 406,36  |
| 3,02   | Columna C-01                                 | m.l.           | 27,72    | 678,71     | Q18 813,84  |
| 3,03   | Columna C-02                                 | m.l.           | 25,20    | Q678,71    | Q17 103,49  |
| 3,04   | Columna C-03                                 | m.l.           | 42,84    | Q467,17    | Q20 013,56  |
| 3,05   | Columna C-04                                 | m.l.           | 17,64    | Q396,85    | Q7 000,43   |
| 3,06   | Columna C-05                                 | m.l.           | 20,16    | Q298,00    | Q6 007,68   |
| 3,07   | Columna C-06                                 | m.l.           | 10,08    | Q341,99    | Q3 447,26   |
| 3,08   | Columna C-07                                 | m.l.           | 70,56    | Q205,28    | Q14 484,56  |
| 3,09   | Columna C-08                                 | m.l.           | 166,32   | Q111,60    | Q18 561,31  |
| 3,11   | Columna C-10                                 | m.l.           | 65,52    | Q139,06    | Q9 111,21   |
| 3,12   | Columna C-11                                 | m.l.           | 17,64    | Q79,80     | Q1 407,67   |
| 3,13   | Columna C-12                                 | m.l.           | 15,12    | Q151,50    | Q2 290,68   |
| 3,14   | Viga V-1 de 0,25x0,45                        | m.l.           | 30,00    | Q656,80    | Q19 704,00  |
| 3,15   | Viga V-2 de 0,20x0,40                        | m.l.           | 240,56   | Q438,64    | Q105 517,83 |
| 3,16   | Viga V-3 de 0,25x0,35                        | m.l.           | 39,02    | Q560,66    | Q21 874,15  |
| 3,17   | Viga V-4 de 0,20x0,40                        | m.l.           | 23,62    | Q449,20    | Q10 611,54  |
| 3,18   | Viga V-5 de 0,15x0,25                        | m.l.           | 9,10     | Q243,29    | Q2 213,94   |
| 3,19   | Solera de 0,15x0,20 de remate                | m.l.           | 142,15   | Q137,36    | Q19 525,72  |
| 3,20   | Solera intermedia de sillar 0,15x0,20        | m.l.           | 87,66    | Q148,36    | Q13 005,91  |
| 3,21   | Solera intermedia block u                    | m.l.           | 253,04   | Q105,12    | Q26 599,56  |
| <b>4 PISOS, CORREDORES PATIOS</b>                          |  |                |          |            |             |
| 4,02   | Piso cerámico                                | m2             | 508,50   | Q112,50    | Q57 206,25  |
| 4,03   | Fundicion de base para piso ceramico e=,05 m | m2             | 508,50   | Q76,58     | Q38 940,93  |
| <b>5 CUBIERTA</b>  |  |                |          |            |             |
| 5,01   | Losa tradicional e = 0,12                    | m2             | 561,26   | Q498,27    | Q279 659,02 |
| 5,02   | Losa tradicional e = 0,10                    | m2             | 26,09    | Q402,38    | Q10 498,09  |
| <b>6 VENTANERIA</b>  |  |                |          |            |             |
| 6,01   | Ventaneria tipo ventana balcon de metal      | m2             | 223,15   | Q537,50    | Q119 943,13 |
| 6,09   | Puerta tipo 8 de 0,70x1,80 de metal          | Unidad         | 7,00     | Q667,50    | Q4 672,50   |
| 6,12   | Puerta tipo 11 de 1,60x2,55 de metal         | Unidad         | 7,00     | Q1 780,00  | Q12 460,00  |
| 6,13   | Puerta tipo 12 de 1,00x2,55 de metal         | Unidad         | 5,00     | Q1 206,25  | Q6 031,25   |
| 6,14   | Puerta tipo 13 de 0,70x2,35 de madera        | Unidad         | 3,00     | Q866,88    | Q2 600,64   |
| <b>7 INSTALACIONES DE ENERGIA ELECTRICA</b>                |  |                |          |            |             |
| 7,02   | Instalacion de energia electrica sn          | Global         | 1,00     | Q81 367,00 | Q81 367,00  |
| <b>8 INSTALACIONES DE AGUA POTABLE</b>                     |  |                |          |            |             |
| 8,02   | Instalacion de agua potable sn               | Global         | 1,00     | Q29 040,00 | Q29 040,00  |
| <b>9 INSTALACION DE DRENAJE</b>                            |  |                |          |            |             |
| 9,02   | Instalacion de drenaje de aguas negras sn    | Global         | 1,00     | Q11 227,50 | Q11 227,50  |
| 9,04   | Instalacion de drenaje agua pluvial sn       | Global         | 1,00     | Q6 949,95  | Q6 949,95   |
| <b>11 ACABADOS</b>   |  |                |          |            |             |
| 11,01  | Colocacion de fachaleta                      | m2             | 74,38    | Q157,00    | Q11 677,66  |
| 11,02  | Colocacion de azulejo                        | m2             | 112,52   | Q109,67    | Q12 340,07  |
| 11,03  | Repello mas cernido muros y techos           | m2             | 1 307,09 | Q55,50     | Q72 543,33  |
| 11,04  | Alisado de columnas                          | m.l.           | 642,60   | Q69,35     | Q44 564,31  |
| 11,05  | Alisado de vigas                             | m.l.           | 342,295  | Q60,05     | Q20 554,81  |
| 11,06  | Junta de dilatación                          | m.l.           | 15,00    | Q177,68    | Q2 665,20   |
| 11,07  | Muro de botellas de concreto en corredor     | m.l.           | 21,00    | Q484,74    | Q10 179,54  |
| 11,08  | Instalación de celocilla                     | m2             | 44,02    | Q180,40    | Q7 941,21   |
| 11,09  | Pintura de muros                             | m2             | 1 307,09 | Q33,25     | Q43 460,64  |
| 11,10  | Mezclon de terraza para pañuelos             | m2             | 587,35   | Q32,67     | Q19 188,72  |



Continuación de la tabla LIV.

| 12                                     | <b>ESTRUCTURA METALICA</b>                     |        |        |            |                      |
|--|--|--------|--------|------------|----------------------|
| 12.01                                  | Techado lamina troquelada + costanera de metal | m2     | 495,91 | Q184,06    | Q91 277,19           |
| 12.02                                  | Vigas tipo i                                   | m.l.   | 118,02 | Q1 069,34  | Q126 203,51          |
| 12.03                                  | Columna tipo i de metal                        | m.l.   | 34,00  | Q1 377,44  | Q46 832,96           |
| 12.04                                  | Canal y cubierta parte aguas                   | unidad | 1,00   | Q16 796,87 | Q16 796,87           |
| <b>SUB-TOTAL PRECIO SEGUNDO NIVEL:</b> |  |        |        |            | <b>Q1 582 946,85</b> |
| <b>PRECIO TOTAL DE LA OBRA</b>         |  |        |        |            | <b>Q3 614 912,04</b> |

| <b>INTEGRACION DE COSTO UNITARIO DEL PROYECTO<br/>CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE EDUCACION BASICA DE DOS NIVELES<br/>MUNICIPIO DE CASILLAS, DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA</b> |                                 |                 |                 |          |                   |
|---|---------------------------------|-----------------|-----------------|----------|-------------------|
| <b>PERSONAL DE CAMPO</b>  |                                 |                 | <b>10 meses</b> |          |                   |
| No.   | Descripción                     | Salario Mensual | Número de Meses | Total    |                   |
| 1   | Ingeniero Civil Superintendente | Q 7 000,00      | 10              | Q        | 70 000,00         |
| 1   | Maestro de Obras                | Q 2 500,00      | 10              | Q        | 25 000,00         |
| 1   | Guardianes                      | Q 1 800,00      | 10              | Q        | 18 000,00         |
| 1   | Bodeguero                       | Q 1 800,00      | 10              | Q        | 18 000,00         |
| 1   | Planillero                      | Q 2 000,00      | 10              | Q        | 20 000,00         |
| Sub-Total   |                                 |                 |                 | Q        | 151 000,00        |
| Prestaciones de personal de Campo   |                                 |                 |                 | 0,30 Q   | 7 500,00          |
| <b>TOTAL 1</b>  |                                 |                 |                 | <b>Q</b> | <b>158 500,00</b> |
| <b>PERSONAL ADMINISTRATIVO</b>  |                                 |                 |                 |          |                   |
| 1   | Administrador General           | Q -             | 10              | Q        | -                 |
| 1   | Secretaria-Contadora            | Q -             | 10              | Q        | -                 |
| Sub-total   |                                 |                 |                 | Q        | -                 |
| Prestaciones Personal Administrativo  |                                 |                 |                 | 30% Q    | -                 |
| <b>TOTAL 2</b>  |                                 |                 |                 | <b>Q</b> | <b>-</b>          |

Continuación de la tabla LIV.

| EQUIPO DE CAMPO Y VEHICULOS        |                                 |   |          |    |          |                  |          |                      |
|------------------------------------|---------------------------------|---|----------|----|----------|------------------|----------|----------------------|
| 1                                  | Concreteiras                    | Q | 2 250,00 | 1  | Q        | 2 250,00         |          |                      |
| 1                                  |                                 |   |          |    |          |                  |          |                      |
| 1                                  | Vibradores                      | Q | 2 500,00 | 3  | Q        | 7 500,00         |          |                      |
|                                    |                                 |   |          |    |          |                  |          |                      |
| 1                                  | Palas                           | Q | 40,00    | 12 | Q        | 480,00           |          |                      |
| 1                                  | Piochas                         | Q | 50,00    | 10 | Q        | 500,00           |          |                      |
| 1                                  | Azadones                        | Q | 45,00    | 6  | Q        | 270,00           |          |                      |
| 1                                  | Barretas                        | Q | 125,00   | 5  | Q        | 625,00           |          |                      |
| 1                                  | Carretillas de Mano             | Q | 250,00   | 10 | Q        | 2 500,00         |          |                      |
| 1                                  | Cubetas concreteiras            | Q | 18,00    | 50 | Q        | 900,00           |          |                      |
| 0                                  | retiro de material sobrante     | Q | 1 100,11 | 12 | Q        | 13 201,32        |          |                      |
| 1                                  | Toneles para agua               | Q | 100,00   | 10 | Q        | 1 000,00         |          |                      |
| 1                                  | Ensayos de laboratorio de campo | Q | 1 000,00 | 9  | Q        | 9 000,00         |          |                      |
| 1                                  | Vehículo de Trabajo             | Q | 1 000,00 | 10 | Q        | 10 000,00        |          |                      |
| 1                                  | Fletes                          | Q | 1 167,80 | 15 | Q        | 17 517,00        |          |                      |
| <b>TOTAL 3</b>                     |                                 |   |          |    | <b>Q</b> | <b>65 743,32</b> |          |                      |
| <b>TOTAL 1 + TOTAL 2 + TOTAL 3</b> |                                 |   |          |    |          | <b>4,78%</b>     | <b>Q</b> | <b>224 243,32</b>    |
| <b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>    |                                 |   |          |    |          |                  |          | <b>Q3 614 912,04</b> |
| <b>FIANZAS</b>                     |                                 |   |          |    |          | <b>4,00%</b>     | <b>Q</b> | <b>153 566,21</b>    |
| <b>UTILIDAD</b>                    |                                 |   |          |    |          | <b>12%</b>       | <b>Q</b> | <b>479 126,59</b>    |
| <b>TOTAL PARCIAL</b>               |                                 |   |          |    |          |                  | <b>Q</b> | <b>4 471 848,16</b>  |
| <b>IMPUESTO</b>                    |                                 |   |          |    |          | <b>6,0%</b>      | <b>Q</b> | <b>216 894,71</b>    |
| <b>PRECIO TOTAL</b>                |                                 |   |          |    |          |                  | <b>Q</b> | <b>4 688 742,87</b>  |

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. La construcción del edificio de dos niveles, para el Instituto de Educación Básica contribuirá a satisfacer las necesidades de espacio físico para poder mejorar la educación en el municipio.
2. El proyecto desarrollado presenta una adecuada funcionalidad arquitectónica y estructural.
3. La construcción del edificio de dos niveles proporcionará una instalación que en caso de calamidad pública, pueda ser utilizada para diversos fines.
4. El costo de la obra terminada con las especificaciones en planos asciende a la cantidad de Q 4 688 742,87 (cuatro millones seiscientos ochenta y ocho mil setecientos cuarenta y dos con ochenta y siete centavos) y costo en dólares americanos es de \$ 586 092,86 (quinientos ochenta y seis mil noventa y dos con ochenta y seis centavos); asumiendo en tipo cambio de Q 8,00 por \$ 1,00. Los costos están calculados para julio del 2013.



## RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad de Casillas, por ser este un proyecto de gran importancia para el desarrollo de la comunidad, deberá hacer las gestiones necesarias para obtener el debido financiamiento para poder llevar a cabo la fase de ejecución.
2. La Municipalidad de Casillas, debe fomentar la realización de un mayor número de prácticas profesionales supervisadas en el Área de Estructuras, ya que estas, aparte de ser un servicio de extensión y proyección de la Universidad de San Carlos de Guatemala, constituyen un aporte documental en el área de estructuras para la Facultad de Ingeniería.
3. Supervisar que todos los materiales a utilizar en la ejecución de la obra sean de primera calidad, para asegurar que se cumplan con todas las especificaciones descritas en los planos de diseño.
4. Al iniciarse la ejecución del proyecto del edificio de dos niveles, la Municipalidad, debe verificar que el contratista cumpla con las especificaciones en los planos estructurales.

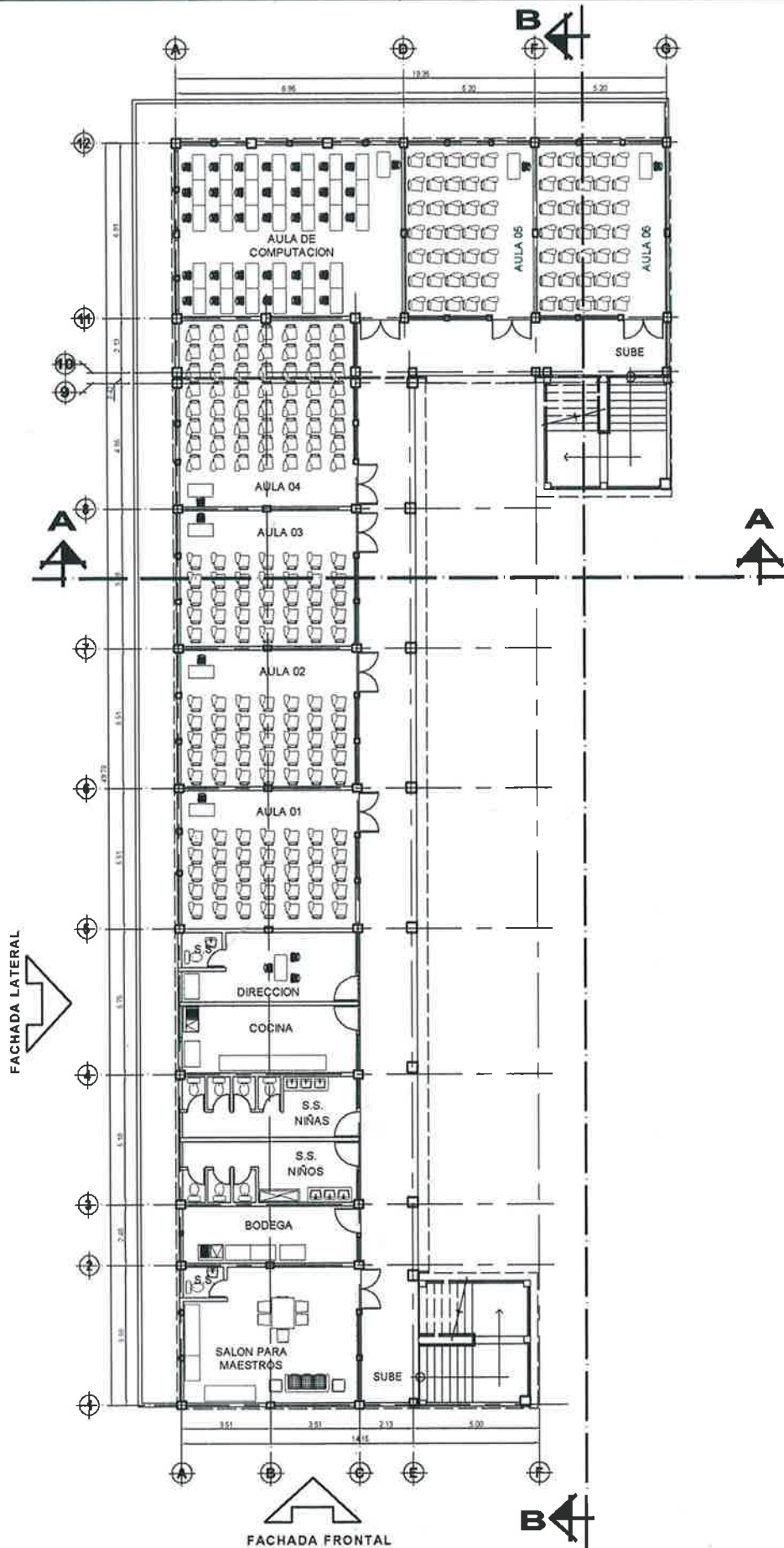


## BIBLIOGRAFÍA

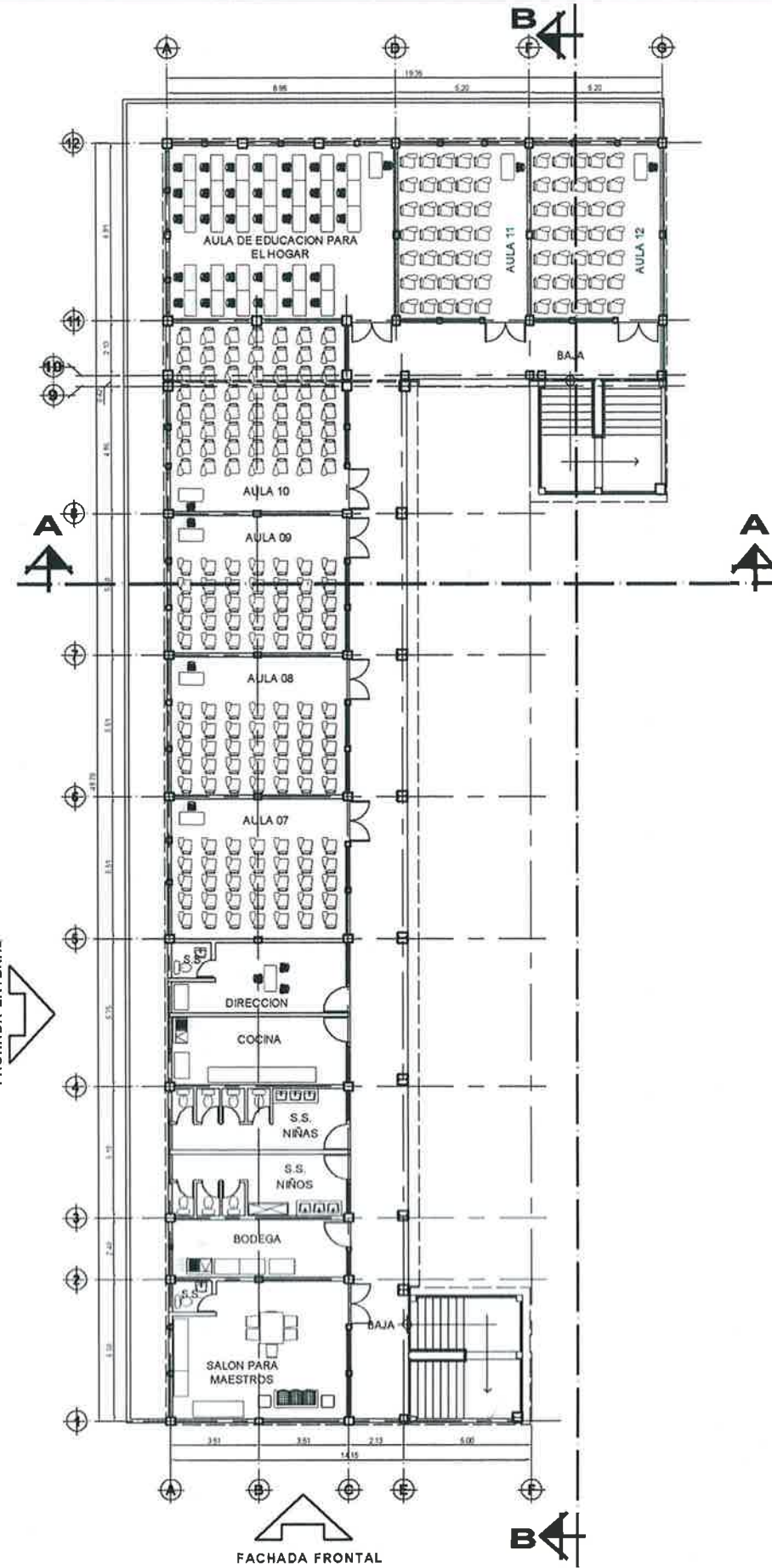
1. AMBROSE, James. *Análisis y diseño de estructuras*. 2a ed. México: Limusa, 1998. 844 p.
2. BROCKEN BROUG, Roger L.; MERRITT, Frederiks. *Manual de diseño de estructuras de acero*. 2a ed. Tomo II. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill, 1997. 225 p.
3. CABRERA SEIS, Jadenon V. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I*. Trabajo de graduación Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 178 p.
4. *Comisión de diseño estructural en hormigón armado y albañilería perteneciente a la corporación de desarrollo tecnológico de la Cámara Chilena de la Construcción*. Código de diseño de hormigón armado basado en el ACI 318-99. Chile: CDEHAA-CCC. 2000. 576 p.
5. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 4a ed. México: Limusa, 1977. 110 p.
6. DOWRICK, D. J. *Diseño de estructuras resistentes a sismos para ingenieros y arquitectos*. México: Limusa, 1984. 410 p.

7. ESCOBAR ORTÍZ, Jorge. *Sistemas estructurales en arquitectura*. Guatemala: Universitaria. 1975. 79 p.
8. HURTARTE ESTRADA, Gustavo Adolfo. *Manual de cuantificación de materiales para urbanizaciones y edificaciones*. Trabajo de graduación Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990. 205 p.
9. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. *Diseño de estructuras de concreto conforme al reglamento ACI 318*. México: IMCYC, 1995. 832 p.
10. MERRITT, Frederick S. *Manual del ingeniero civil*. 3a ed. Tomo I. México: McGraw-Hill, 1992. 477 p.
11. NAWY, Edward S. *Concreto reforzado: un enfoque básico*. México: Prentice-Hall Hispanoamérica, S.A. 1989. 743 p.
12. NEUFERT, Ernest. *Arte de proyectar en arquitectura*. 14<sup>a</sup> ed. Barcelona, España: Gustavo Gili, S.A. 1995. 580 p.
13. PAREDES RUIZ, Paola Anaite. *Guía teórica y práctica del curso de diseño estructural*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995. 109 p.
14. VIDES TOBAR, Armando. *Análisis y control de costos de ingeniería*. 2a ed. Tomo I. Guatemala: Piedra Santa, 1978. 595 p.





PLANTA AMUEBLADA DE PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:250



PLANTA AMUEBLADA DE SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:250

**NOTA:**  
VER FACHADAS EN HOJA 03 Y SECCIONES EN HOJA 04.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

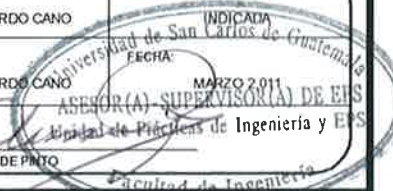
PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

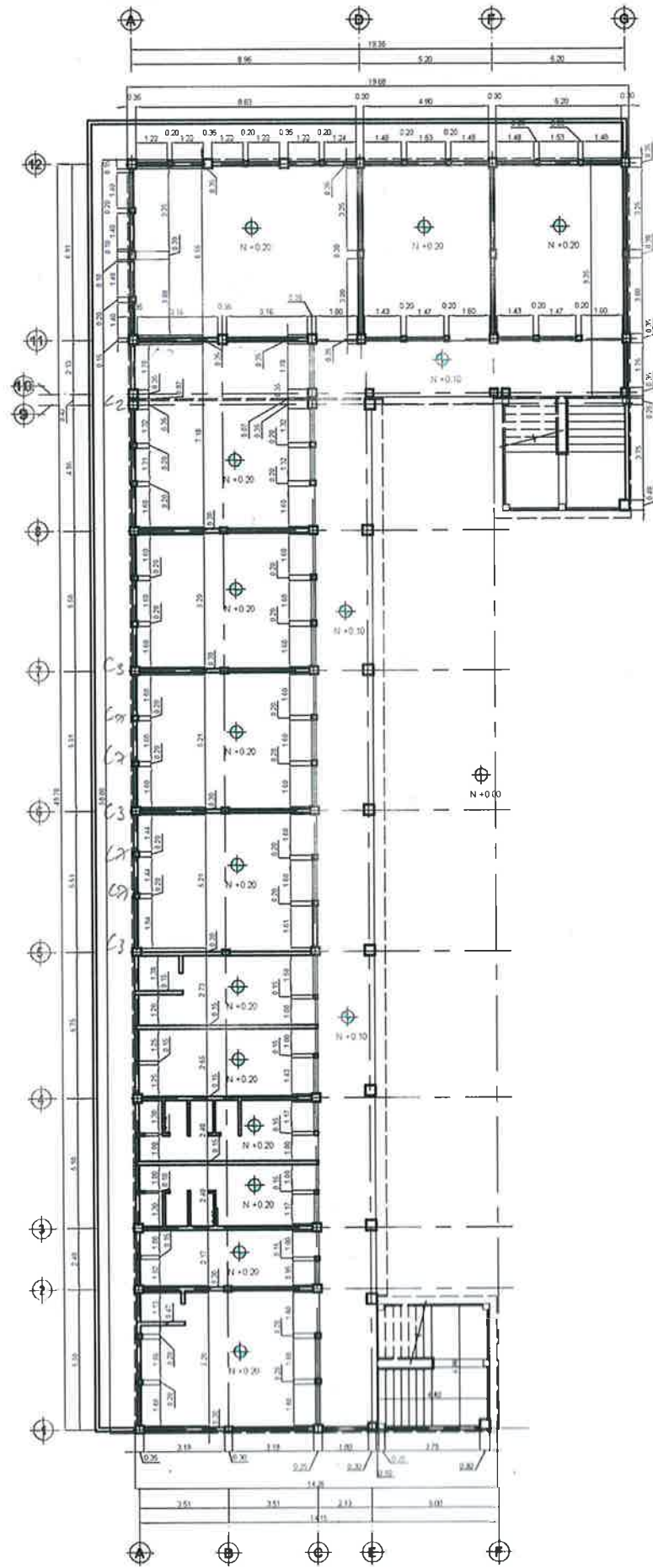
PROYECTO: PLANTA AMUEBLADA DE PRIMER NIVEL + PLANTA AMUEBLADA DE SEGUNDO NIVEL

DISEÑO: ESTUARDO CANO      CALCULO: ESTUARDO CANO      ESCALA: INDICADA

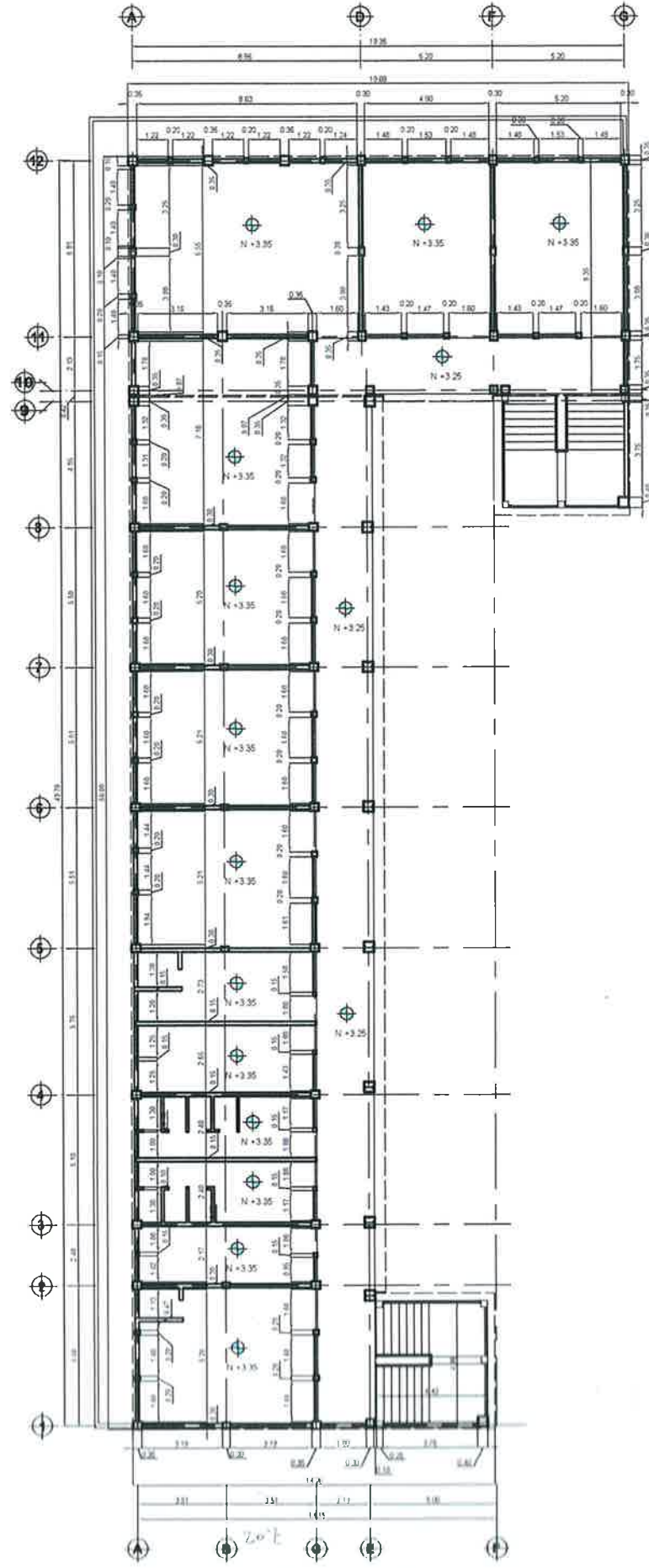
ASESOR: CHRISTA CLASSON DE PINTO      DIBUJO: ESTUARDO CANO      FECHA: MARZO 2011

Vs.Bo. *Christa Classon*      ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS      CHRISTA CLASSON DE PINTO





PLANTA DE COTAS Y NIVELES DE PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:250



PLANTA DE COTAS Y NIVELES DE SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:250

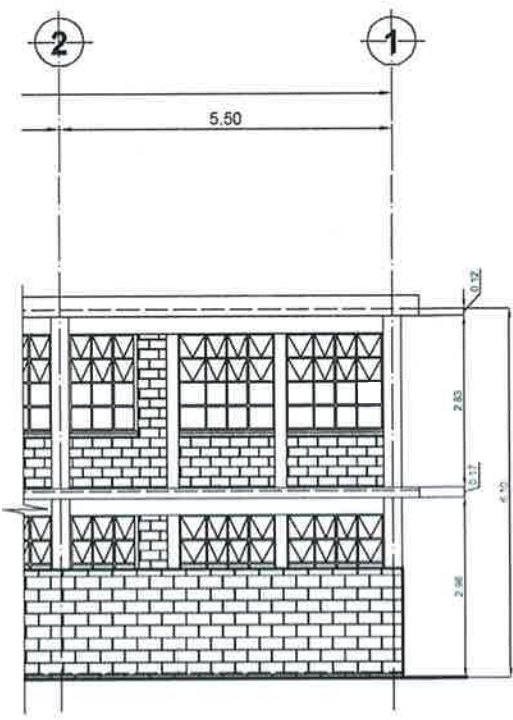
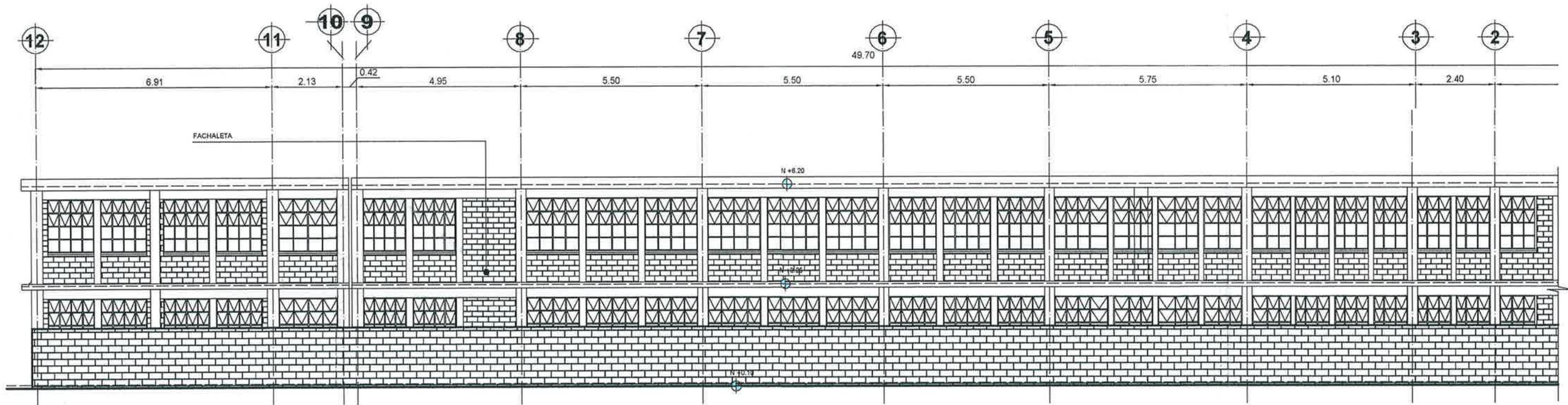


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

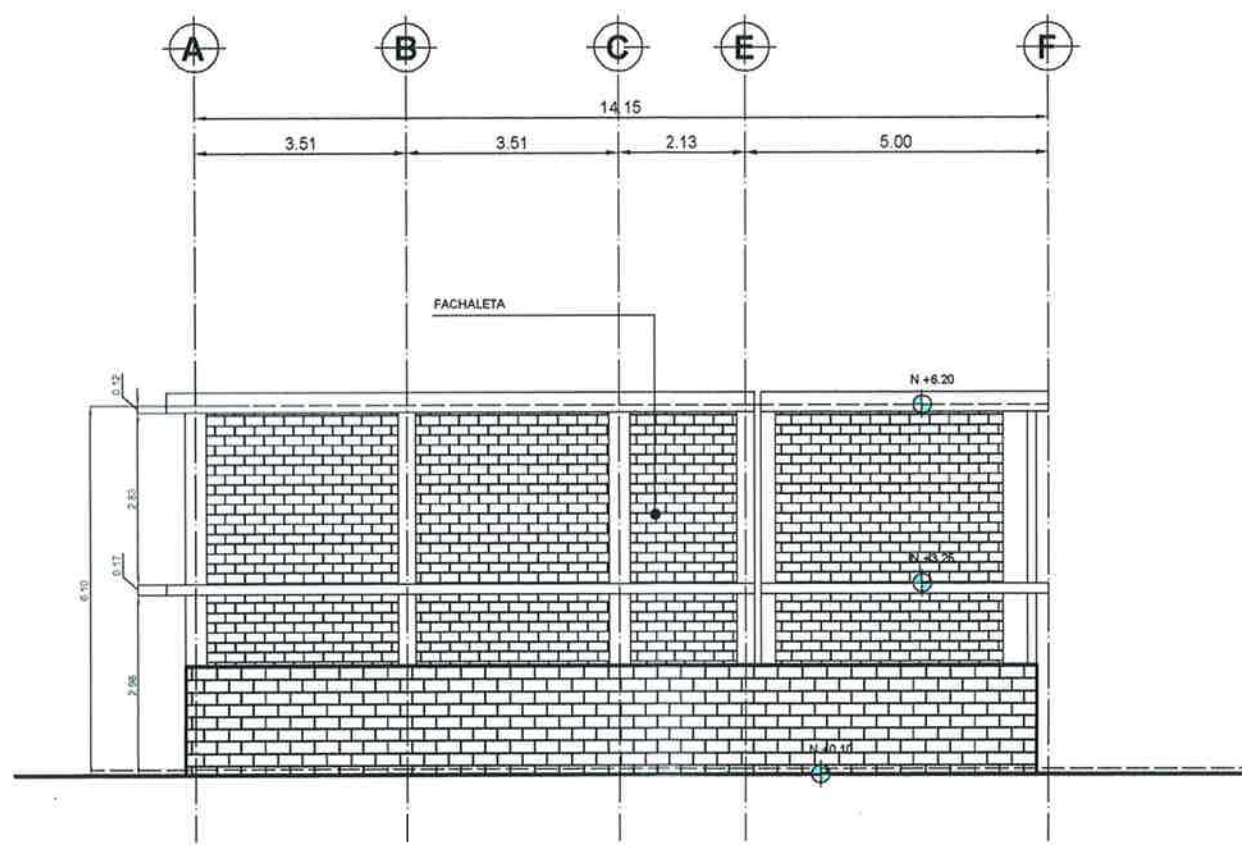
PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA  
PROYECTO: PLANTA DE COTAS DE PRIMER NIVEL + PLANTA DE COTAS DE SEGUNDO NIVEL

|   |                           |                      |
|---|---------------------------|----------------------|
| DISEÑO:<br>ESTUARDO CANO                                  | CALCULO:<br>ESTUARDO CANO | ESCALA:<br>INDICADA  |
| ASESOR:<br>CHRISTA CLAYSON DE PINTO                       | DIBUJO:<br>ESTUARDO CANO  | FECHA:<br>MARZO 2011 |
| Ve.Bo. <i>Christa Clayson</i><br>CHRISTA CLAYSON DE PINTO |                           |                      |





ELEVACION LATERAL  
ESCALA 1:125



ELEVACION FRONTAL  
ESCALA 1:125

**NOTA:**  
VER UBICACION DE FACHADAS EN  
PLANTA AMUEBLADA VER HOJA 01.



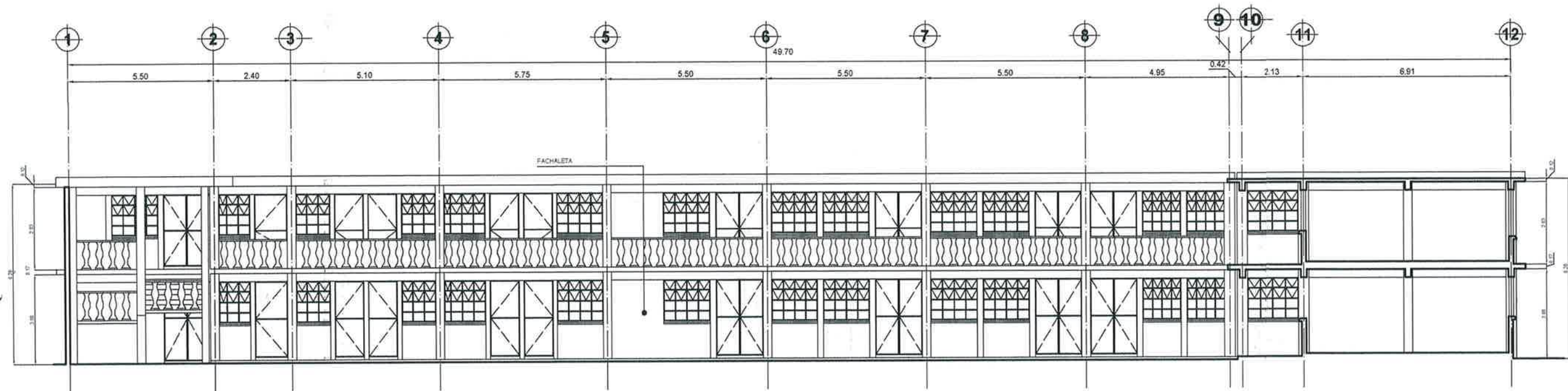
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES  
DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS  
DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

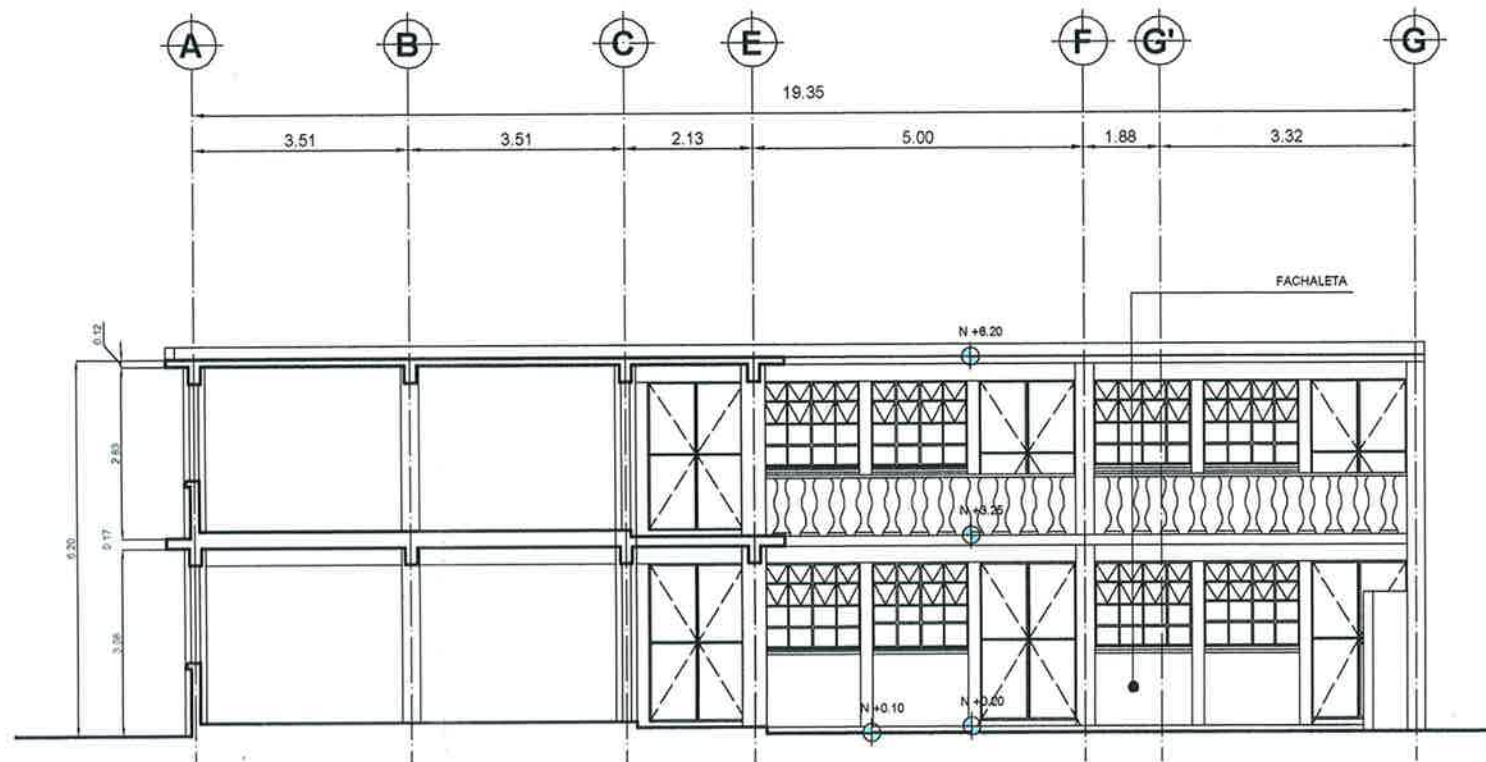
PROYECTO: FACHADA FRONTAL + FACHADA LATERAL

|  |                              |                      |
|--|------------------------------|----------------------|
| DISEÑO:<br>ESTUARDO CANO               | CALCULO:<br>ESTUARDO CANO    | FECHA:<br>MARZO 2011 |
| ASESOR:<br>CHRISTA CLASSON<br>DE PINTO | DIBUJO:<br>ESTUARDO CANO     | FECHA:<br>MARZO 2011 |
| Ve.Bo.                                 | <br>CHRISTA CLASSON DE PINTO |                      |





**SECCION B-B**  
ESCALA 1:150



**SECCION A-A**  
ESCALA 1:125

**NOTA:**  
VER UBICACION DE SECCIONES EN  
PLANTA AMUEBLADA VER HOJA 01.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES  
DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS  
DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

PROYECTO: SECCION A-A + SECCION B-B

DISEÑO: ESTUARDO CANO

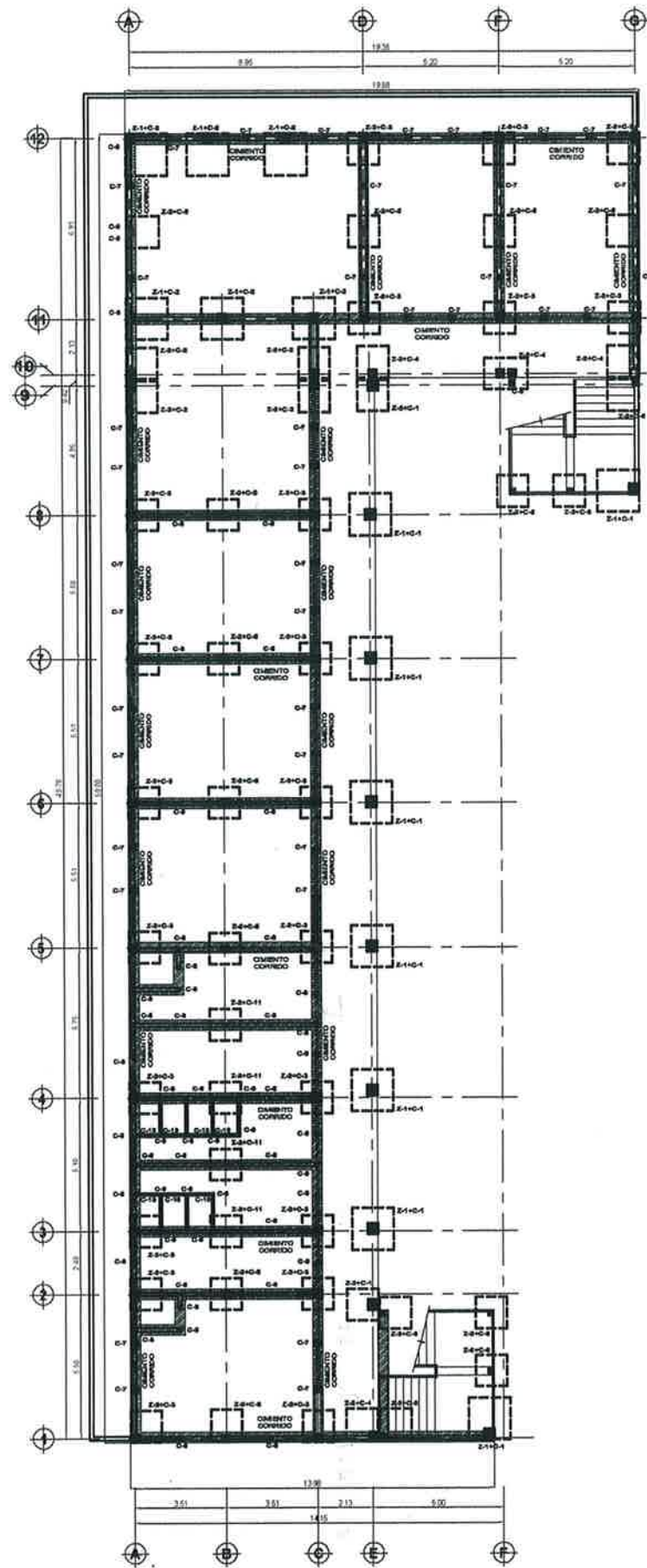
CALCULO: ESTUARDO CANO  
INDICADA

ASESOR: CHRISTA CLASSON  
DE PINTO

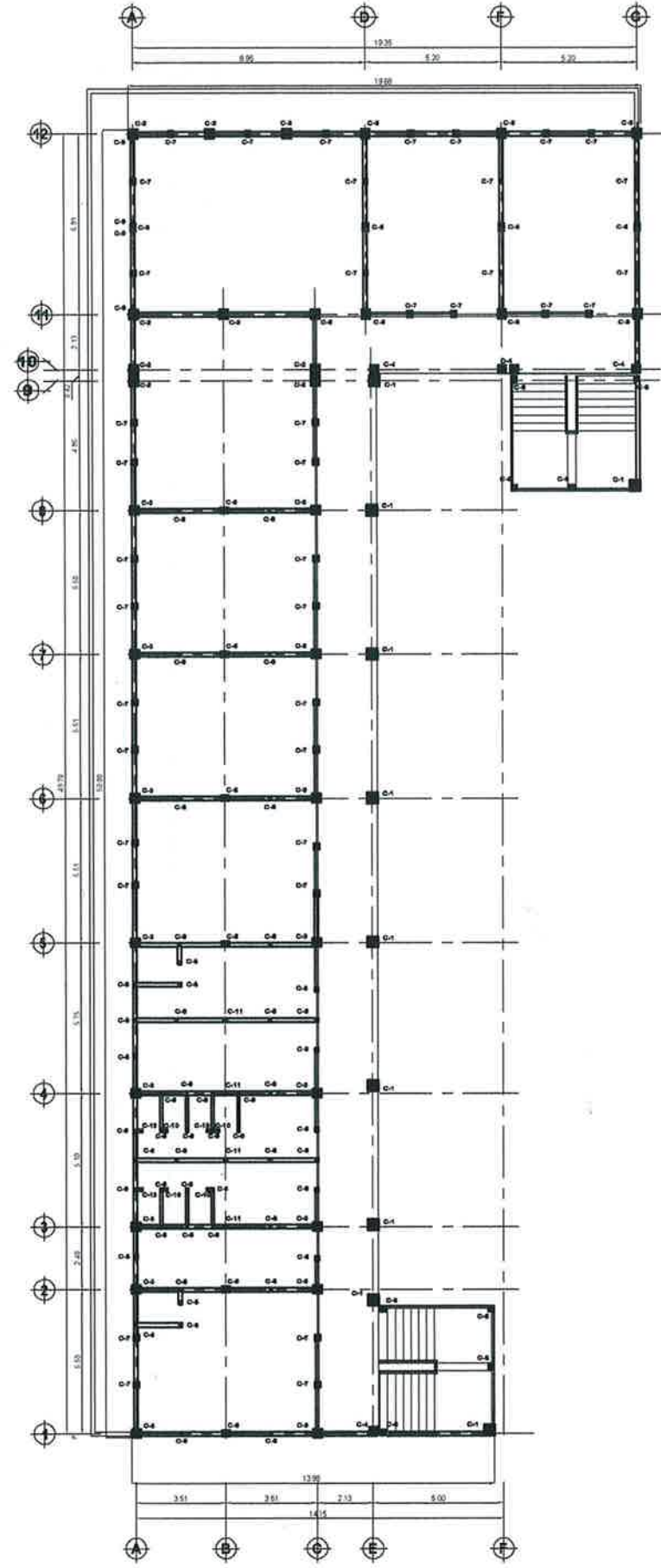
DIBUJO: ESTUARDO CANO  
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE E.S.  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

Vo.Bo. *Christa Classon de Pinto*  
CHRISTA CLASSON DE PINTO





PLANTA DE CIMIENTOS Y COLUMNAS DE PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:250



PLANTA DE COLUMNAS DE SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:250

**NOTA:**

VER DETALLES DE DIMENSIONES Y ARMADOS DE LAS ESTRUCTURAS DE CIMIENTACION Y COLUMNAS EN HOJA 07.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

PROYECTO: PLANTA DE CIMIENTACION Y COLUMNAS DE PRIMER NIVEL + PLANTA DE COLUMNAS DE SEGUNDO NIVEL

DISEÑO: ESTUARDO CANO

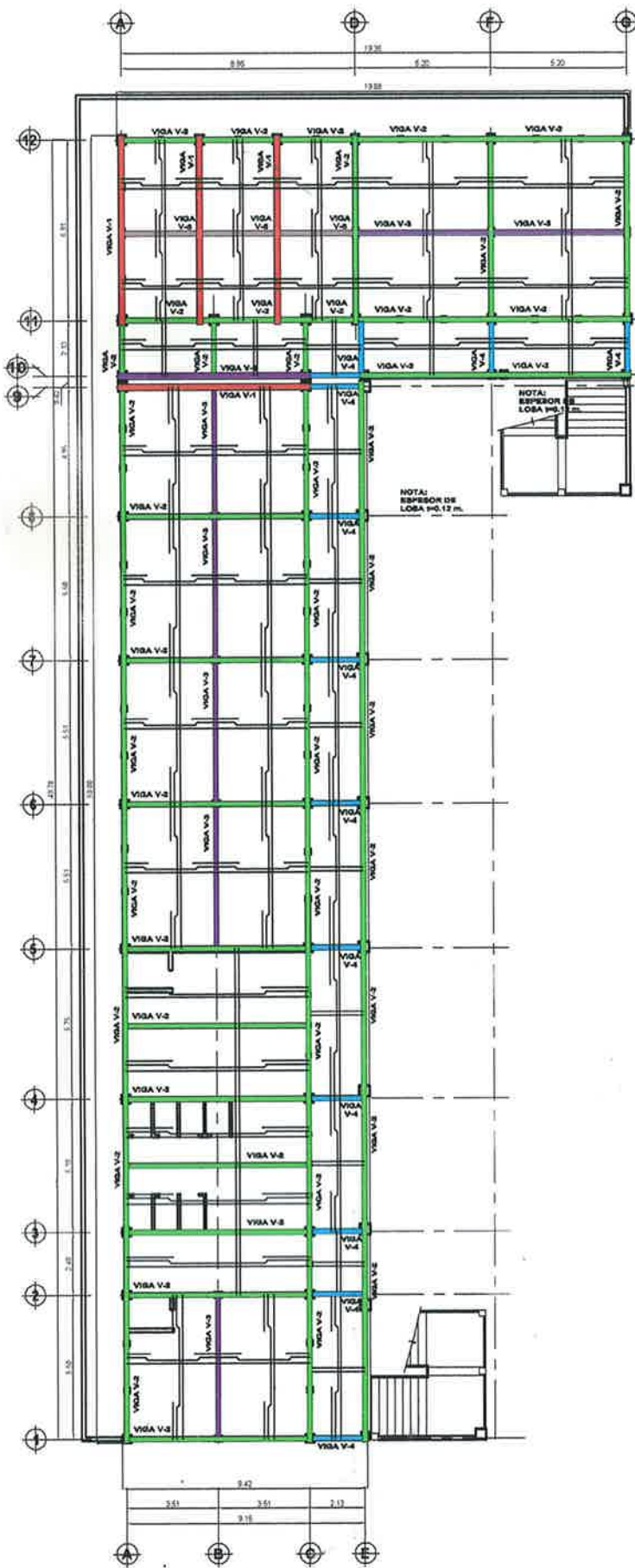
CALCULO: ESTUARDO CANO  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA

ASESOR: CHRISTA CLASSON DE PINTO

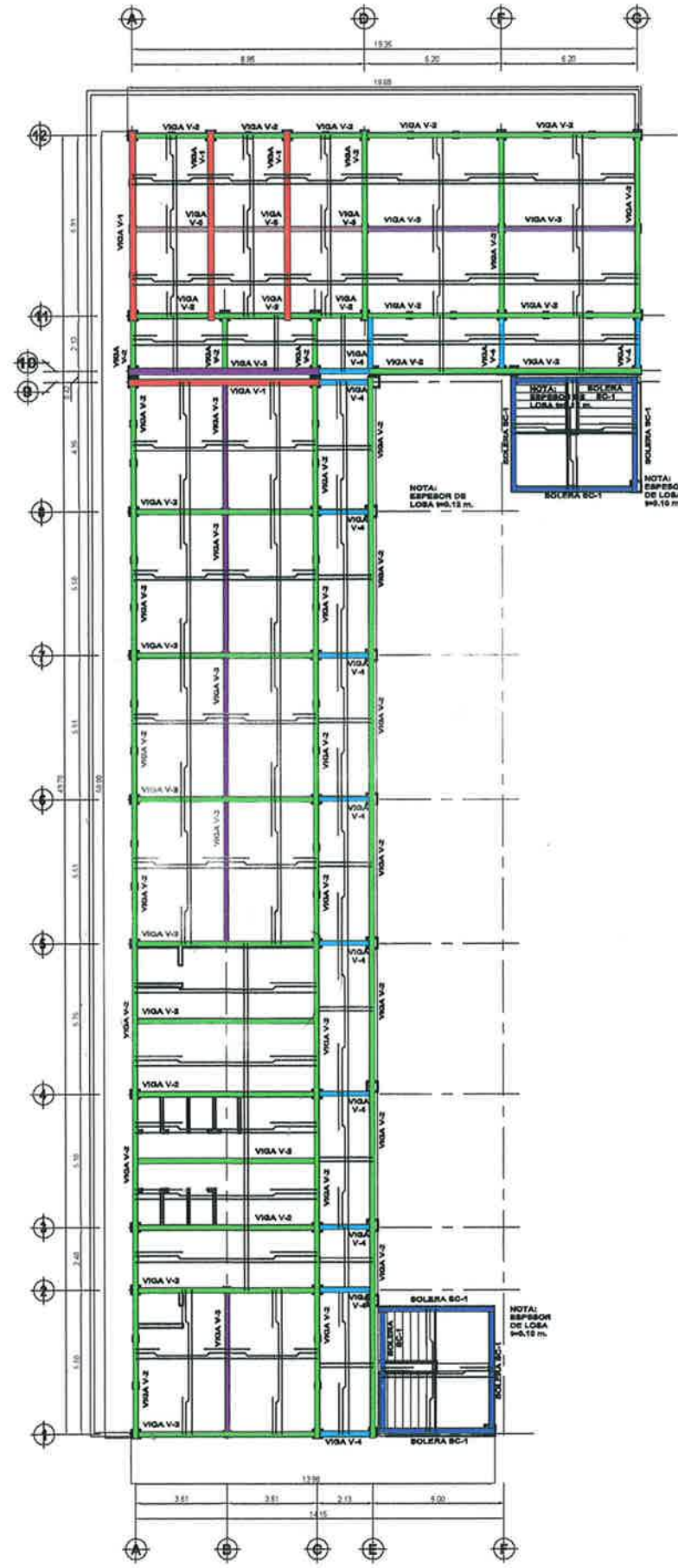
DIBUJO: ESTUARDO CANO  
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

Ve. Bo.

*Christa Classon*  
CHRISTA CLASSON DE PINTO



PLANTA DE LOSAS Y VIGAS DE ENTREPISO PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:250



PLANTA DE LOSAS Y VIGAS FINAL DE SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:250

- VIGA V-1 DE SECCION 0.25x0.45 m.
- VIGA V-2 DE SECCION 0.20x0.40 m.
- VIGA V-3 DE SECCION 0.25x0.35 m.
- VIGA V-4 DE SECCION 0.20x0.40 m.
- VIGA V-5 DE SECCION 0.15x0.25 m.
- SOLERA DE CORONA SC-1 DE 0.15X0.20 m.

- REFUERZO CON BARRAS DE ACERO CORRUGADAS DE GRADO 40
- CONFINAMIENTO
- \*\* ESPACIAMIENTO ENTRE RIELES @ 0.28 m.
- \*\* ESPACIAMIENTO ENTRE TENSIONES @ 0.14 m.
- \*\* SOBRE CADA RIEL SE COLOCARA UN BASTON EN CADA EXTREMO
- LA LONGITUD DEL BASTON QUE SE COLOCARA EN CADA EXTREMO SERA DE L/4
- LA DISTANCIA A LA QUE DEBERA DE HACER EL DOBLES DE CADA TENSION SERA EN CADA EXTREMO A L/5

**NOTA:**

VER DETALLES DE DIMENSIONES Y ARMADO DE VIGAS Y SOLERA DE CORONA EN HOJA 11.

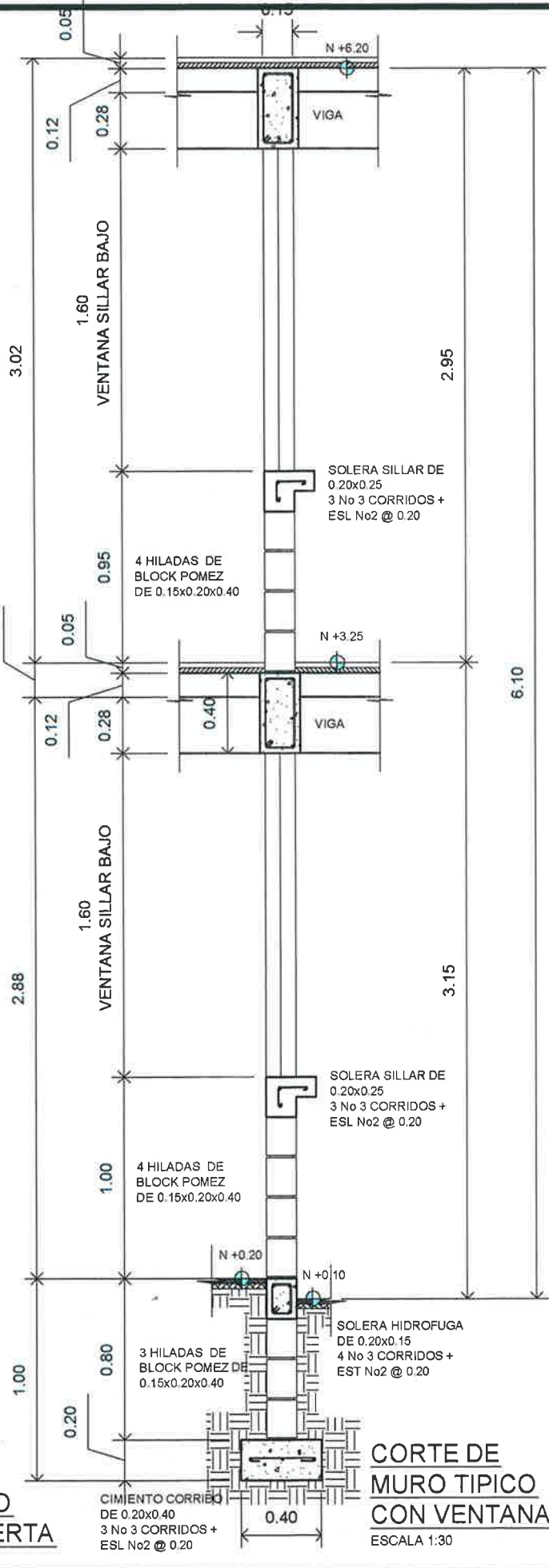
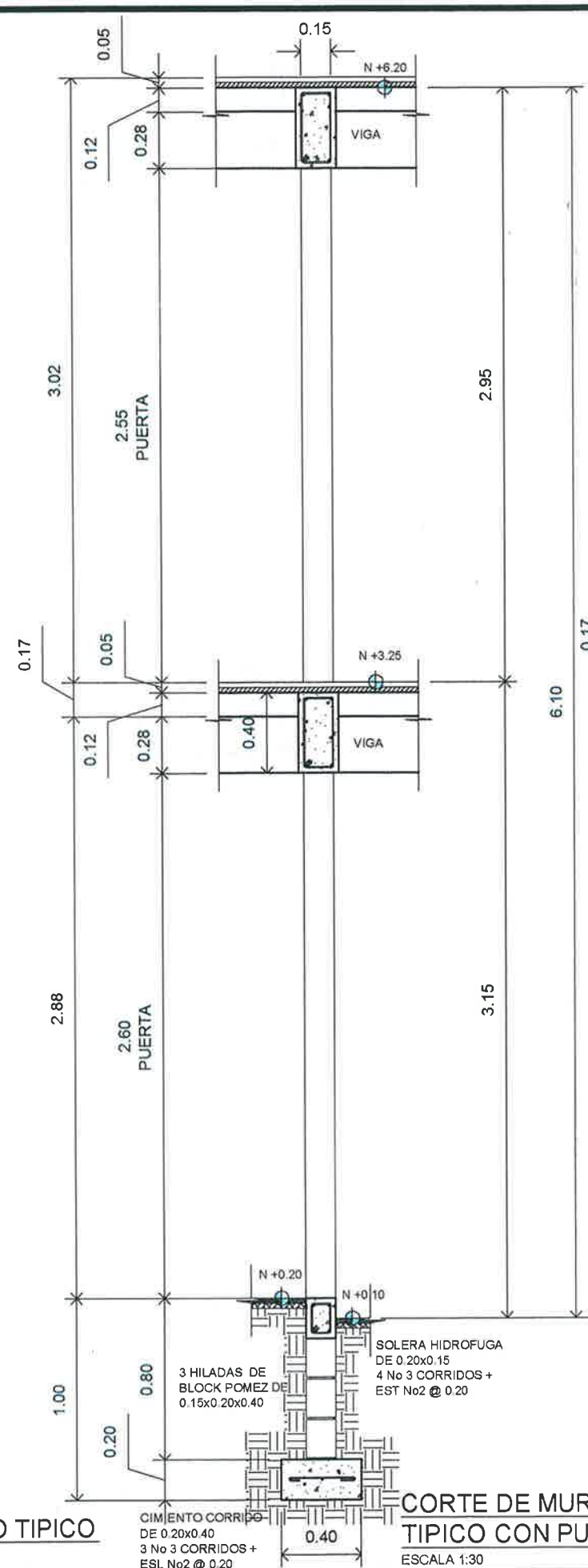
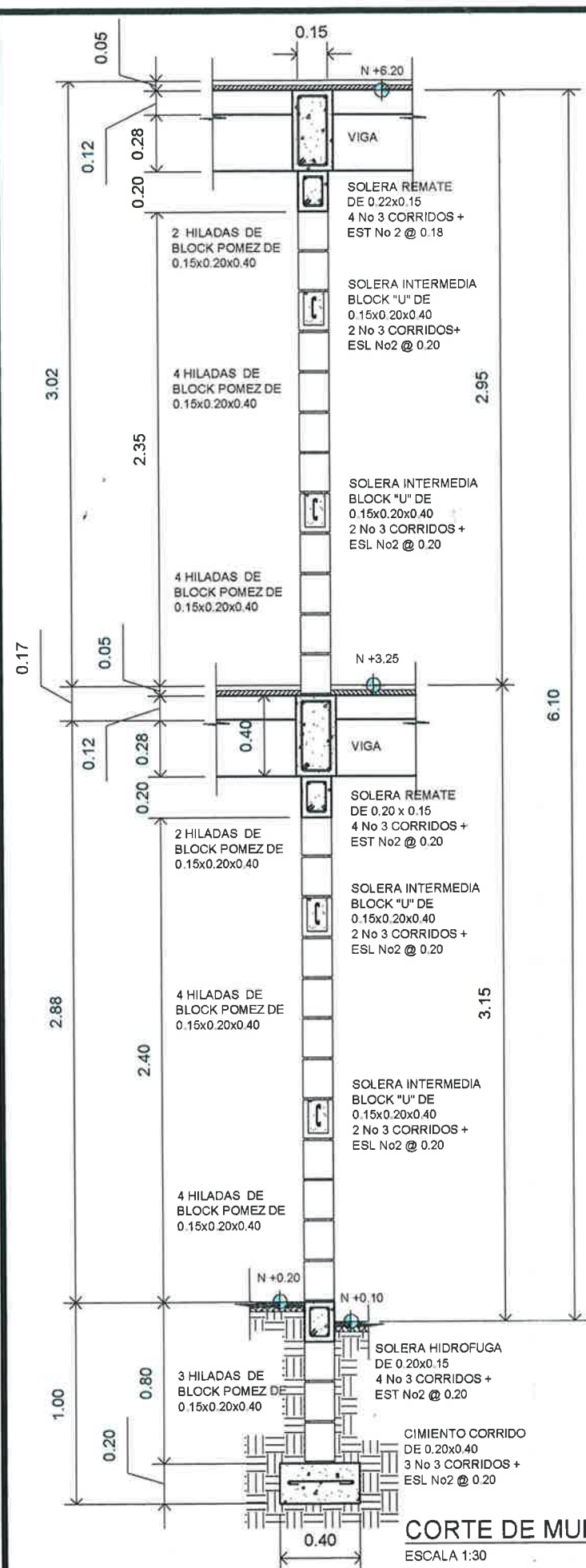


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

PROYECTO: PLANTA DE LOSAS Y VIGAS DE ENTREPISO PRIMER NIVEL + PLANTA DE LOSAS Y VIGAS FINAL DE SEGUNDO NIVEL

|   |                           |                      |
|---|---------------------------|----------------------|
| DISEÑO:<br>ESTUARDO CANO  | CALCULO:<br>ESTUARDO CANO | INDICADA             |
| ASESOR:<br>CHRISTA CLASSON DE PINTO   | DIBUJO:<br>ESTUARDO CANO  | FECHA:<br>MARZO 2011 |
| <p style="text-align: center;"> <br/>             ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS<br/>             Facultad de Ingenieria y EPS<br/>             CHRISTA CLASSON DE PINTO           </p> |                           |                      |



**DETALLE DE SOLERA SILLAR**  
ESCALA 1:15

SOLERA SILLAR  
3 No 3 CORRIDOS +  
ESL No2 @ 0.20

**CORTE DE MURO TIPICO (MURO DE COLINDANCIA)**  
ESCALA 1:30

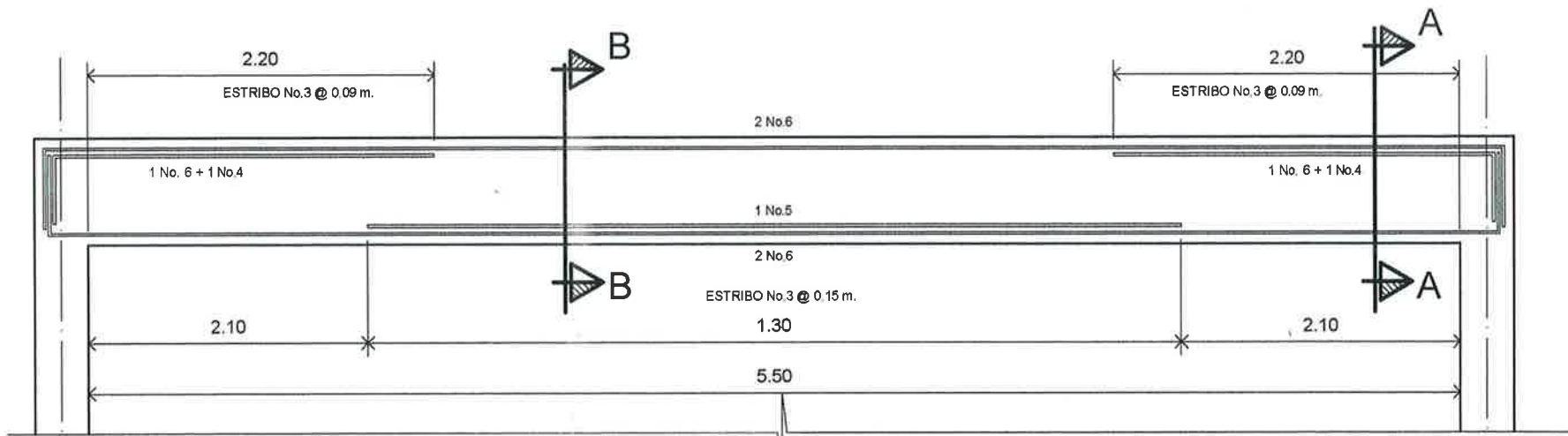
PARTE EXTERNA DEL MURO  
PARTE INTERNA DEL MURO  
SOLERA REMATE 4 No 3 CORRIDOS + EST No 2 @ 0.20  
4 HILADAS DE BLOCK POMEZ DE 0.15 x 0.20 x 0.40 m  
SOLERA INTERMEDIA BLOCK "U" DE 0.15x0.20x0.40, 2 No 3 CORRIDOS + ESL No2 @ 0.20  
4 HILADAS DE BLOCK POMEZ DE 0.15x0.20x0.40  
MURO DE BLOCK POMEZ DE 0.15x0.20x0.40 + FACHALETA DE LADRILLO  
SOLERA HIDROFUGA DE 0.20x0.15, 4 No 3 CORRIDOS + EST No2 @ 0.20  
2 HILADAS DE BLOCK POMEZ DE 0.15x0.20x0.40  
CIMENTO CORRIDO DE 0.20x0.40, 3 No 3 CORRIDOS + ESL No2 @ 0.20  
0.40

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

PROYECTO: CORTES DE MUROS

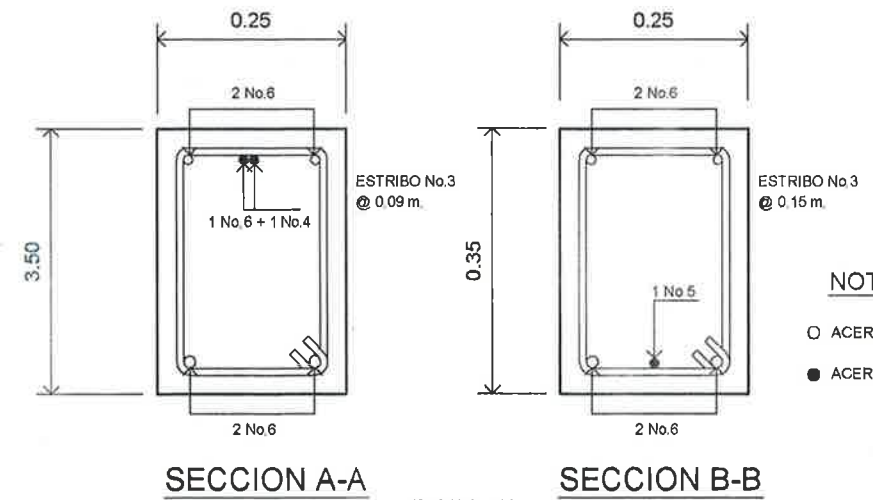
|  |                        |                   |
|--|------------------------|-------------------|
| DISEÑO: ESTUARDO CANO  | CALCULO: ESTUARDO CANO | ESCALA: INDICADA  |
| ASESOR: CHRISTA CLASSON DE PINTO                                   | DIBUJO: ESTUARDO CANO  | FECHA: MARZO 2011 |
| Vo.Bo. <i>Christa Classon de Pinto</i><br>CHRISTA CLASSON DE PINTO |                        |                   |



**VIGA TIPICA**  
ESCALA 1:25

- REFUERZO CON BARRAS DE ACERO CORRUGADAS DE GRADO 40  
 - CONFINAMIENTO  
 \*\* ESPACIAMIENTO ENTRE RIELES @ 0.28 m.  
 \*\* ESPACIAMIENTO ENTRE TENSIONES @ 0.14 M.

\*\* SOBRE CADA RIEL SE COLOCARA UN BASTON EN CADA EXTREMO  
 - LA LONGITUD DEL BASTON QUE SE COLACARA EN CADA EXTREMO SERA DE L/4  
 - LA DISTANCIA A LA QUE DEBERA DE HACER EL DOBLES DE CADA TENSION SERA EN CADA EXTREMO A L/5

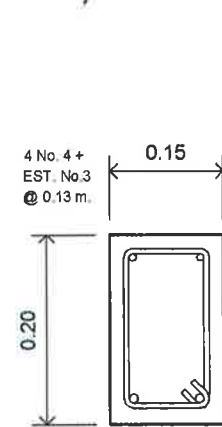


**SECCION A-A**

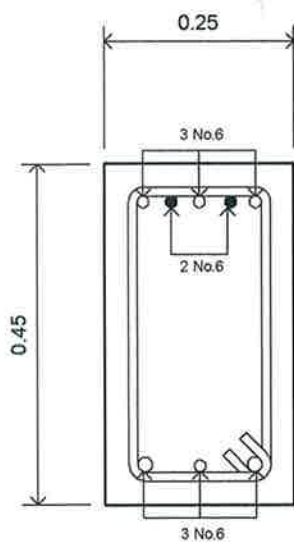
ESCALA 1:10

**SECCION B-B**

**NOTA:**  
 ○ ACERO CORRIDO  
 ● ACERO BASTON

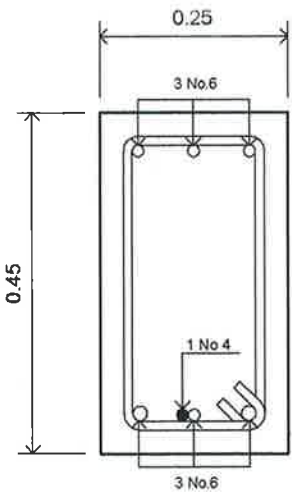


**DETALLE DE SOLERA CORONA SC-1**  
ESCALA 1:10



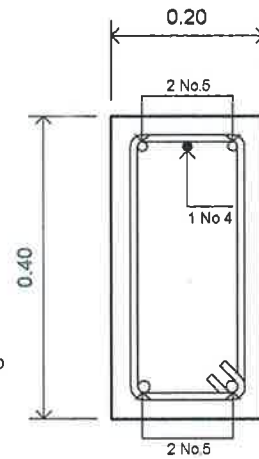
**SECCION A-A**

ESCALA 1:10



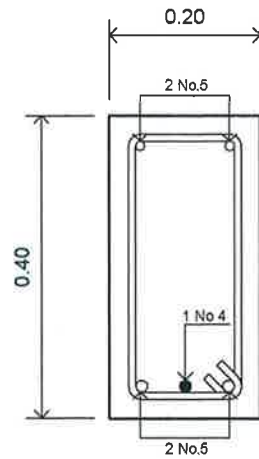
**SECCION B-B**

**VIGA TIPO V-1**  
ESCALA 1:25



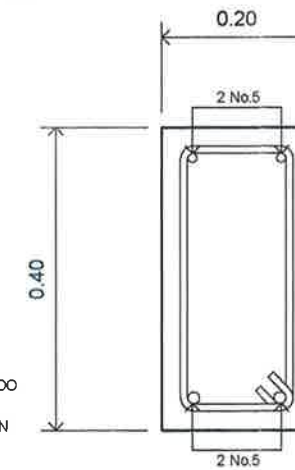
**SECCION A-A**

ESCALA 1:10



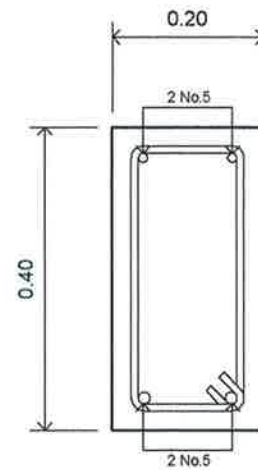
**SECCION B-B**

**VIGA TIPO V-2**  
ESCALA 1:25



**SECCION A-A**

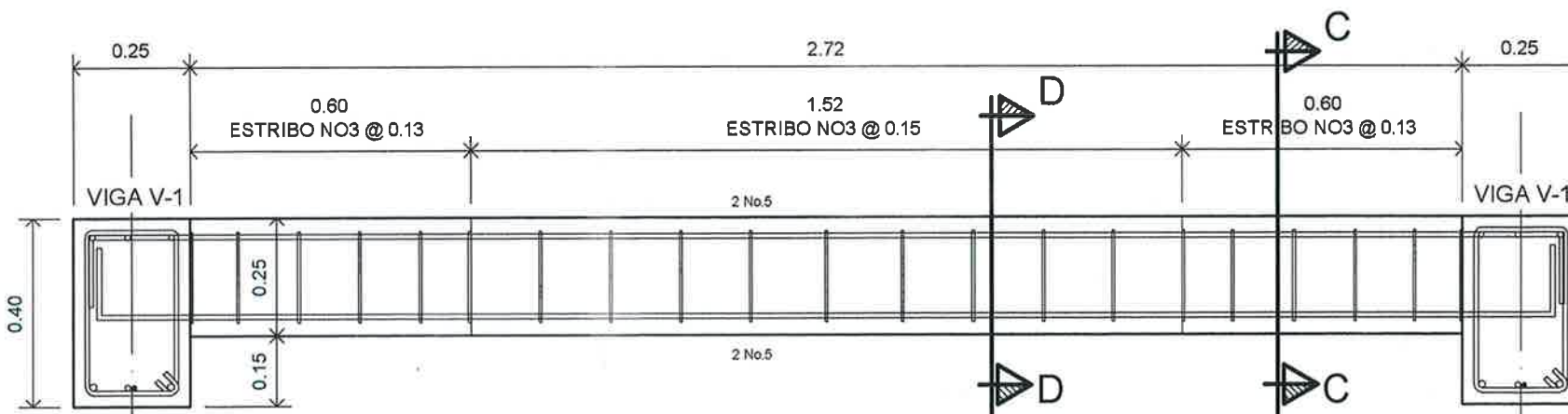
ESCALA 1:10



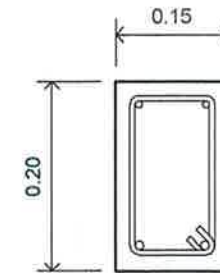
**SECCION B-B**

**VIGA TIPO V-3**  
ESCALA 1:25

**NOTA:**  
 ○ ACERO CORRIDO

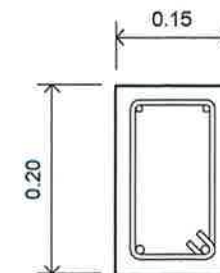


**VIGA TIPO V-5**  
ESCALA 1:15



**SECCION C-C**

ESCALA 1:10



**SECCION D-D**

ESCALA 1:10

**NOTA:**  
 VER UBICACION DE VIGAS EN PLANTA GENERAL EN HOJA 10.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

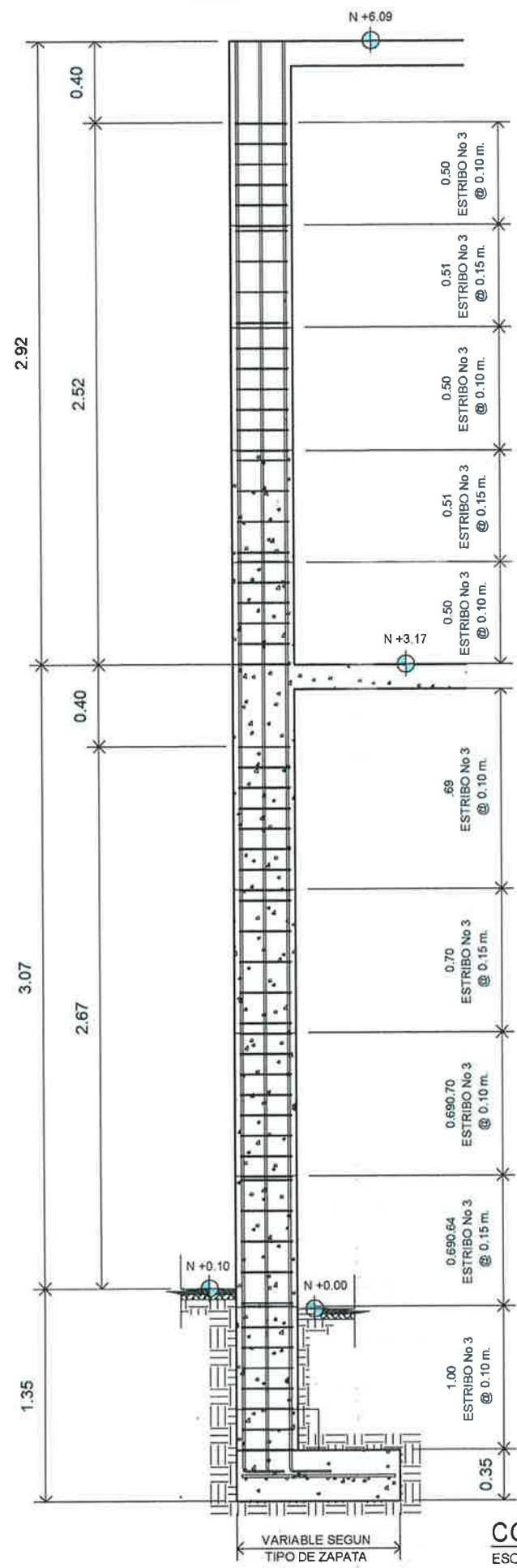
PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

PROYECTO: DETALLES CONSTRUCTIVOS DE VIGAS

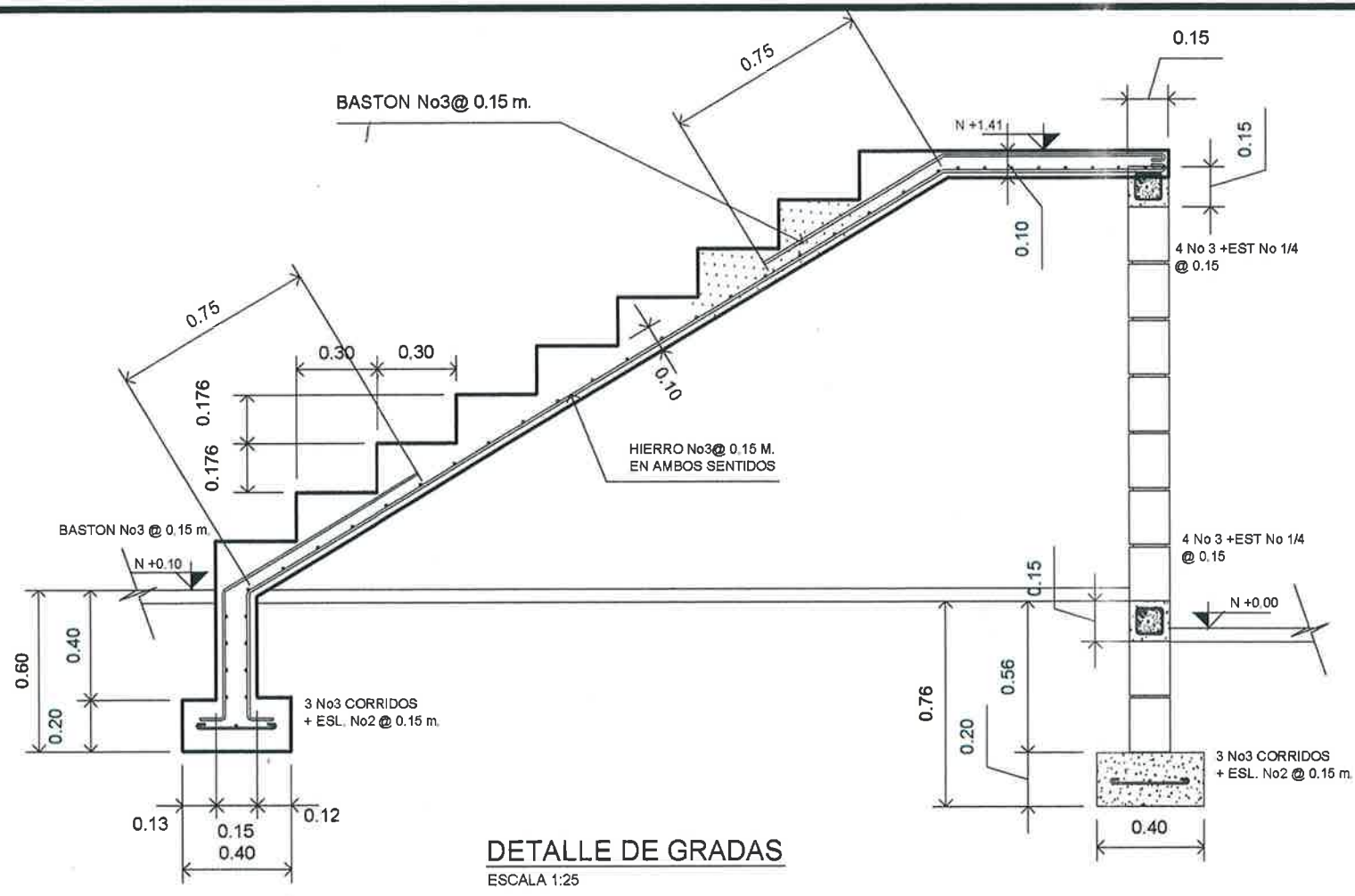
|                                  |                        |         |
|----------------------------------|------------------------|---------|
| DISEÑO: ESTUARDO CANO            | CALCULO: ESTUARDO CANO | ESCALA: |
| ASESOR: CHRISTA CLASSON DE PINTO | DIBUJO: ESTUARDO CANO  | FECHA:  |
| Ve.Bo.                           | ANESOR(A)-SUPERVISOR   | FECHA:  |

CHRISTA CLASSON DE PINTO  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
 Escuela de Ingeniería

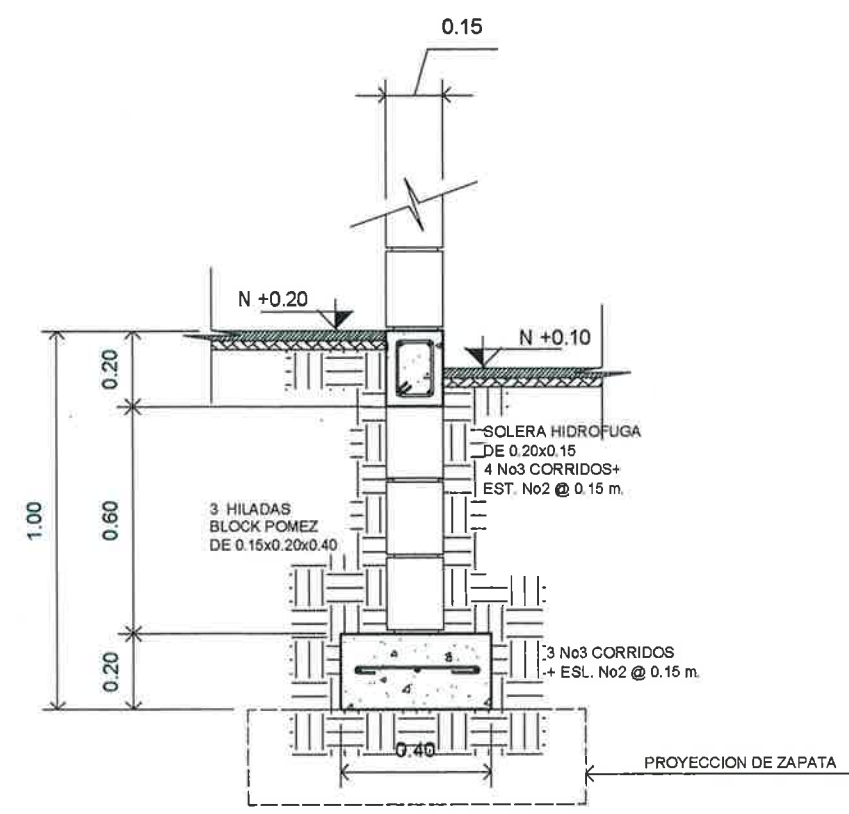




**CORTE TIPICO DE COLUMNA**  
ESCALA 1:30



**DETALLE DE GRADAS**  
ESCALA 1:25

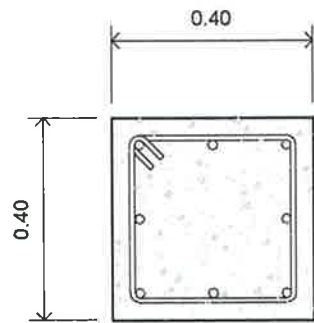


**DETALLE DE CIMENTO CORRIDO**  
ESCALA 1:20



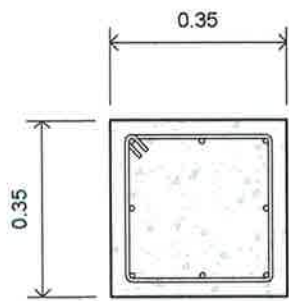
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

|                          |   |  |
|--------------------------|---|--|
| PROYECTO:                | CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA   |  |
| PROYECTO:                | DETALLES CONSTRUCTIVOS DE CIMENTACION   |  |
| DISEÑO:                  | CALCULO:  | ESCALA:                                    |
| ESTUARDO CANO            | ESTUARDO CANO   | INDICADA                                   |
| ASESOR:                  | DIBUJO:   | FECHA:                                     |
| CHRISTA CLASSON DE PINTO | ESTUARDO CANO   | ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE E.S. MARZO 2011 |
| Vo.Bo.                   | <br>CHRISTA CLASSON DE PINTO |  |



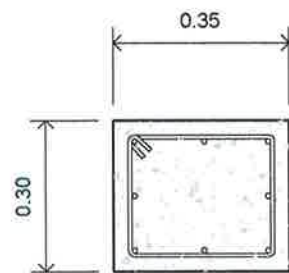
COLUMNA C-1

8 No. 6 + CONFINAMIENTO SEGUN DETALLE "CORTE TIPICO DE COLUMNA" EN HOJA 10/22.



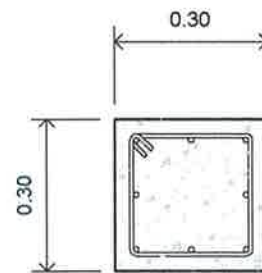
COLUMNA C-2

4 No. 6 + 4 No. 5 CONFINAMIENTO SEGUN DETALLE "CORTE TIPICO DE COLUMNA" EN HOJA 10/22.



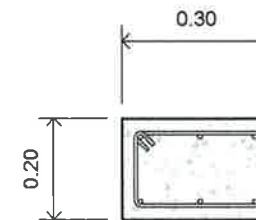
COLUMNA C-3

4 No. 6 + 4 No. 5 CONFINAMIENTO SEGUN DETALLE "CORTE TIPICO DE COLUMNA" EN HOJA 10/22.



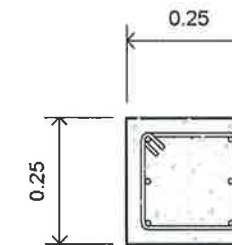
COLUMNA C-4

4 No. 5 + 4 No. 4 CONFINAMIENTO SEGUN DETALLE "CORTE TIPICO DE COLUMNA" EN HOJA 10/22.



COLUMNA C-5

4 No. 5 + 2 No. 4 CONFINAMIENTO SEGUN DETALLE "CORTE TIPICO DE COLUMNA" EN HOJA 10/22.

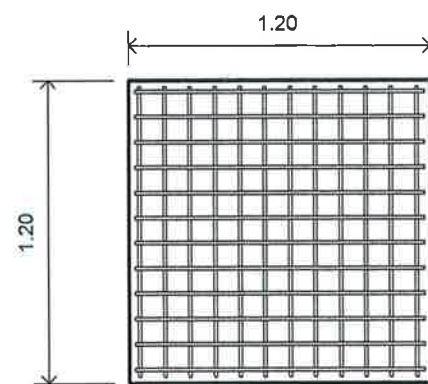


COLUMNA C-6

6 No. 5 + 2 No. 4 CONFINAMIENTO SEGUN DETALLE "CORTE TIPICO DE COLUMNA" EN HOJA 10/22.

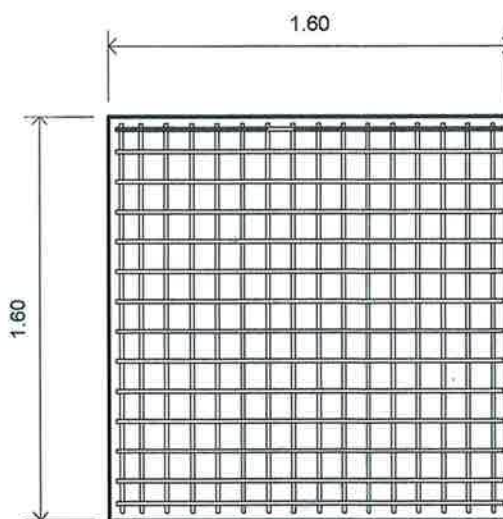
**DETALLE DE COLUMNAS**

ESCALA 1:15



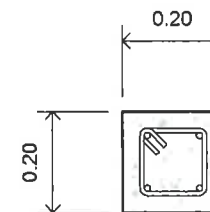
PLANTA

No. 4 @ 0.10 EN AMBOS SENTIDOS DE 1.20x1.20x0.25 m.



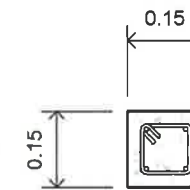
PLANTA

No. 5 @ 0.10 EN AMBOS SENTIDOS DE 1.60x1.60x0.35 m.



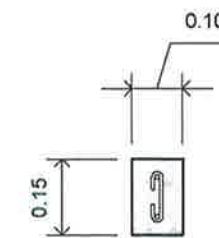
COLUMNA C-7

4 No. 4 + EST. Ø 1/4" @ 0.15 m.



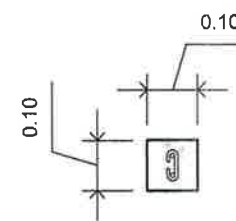
COLUMNA C-8

4 No. 3 + EST. Ø 1/4" @ 0.15 m.



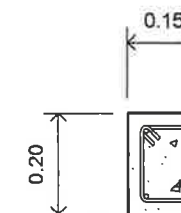
COLUMNA C-9

2 No. 3 + ESL. Ø 1/4" @ 0.15 m.



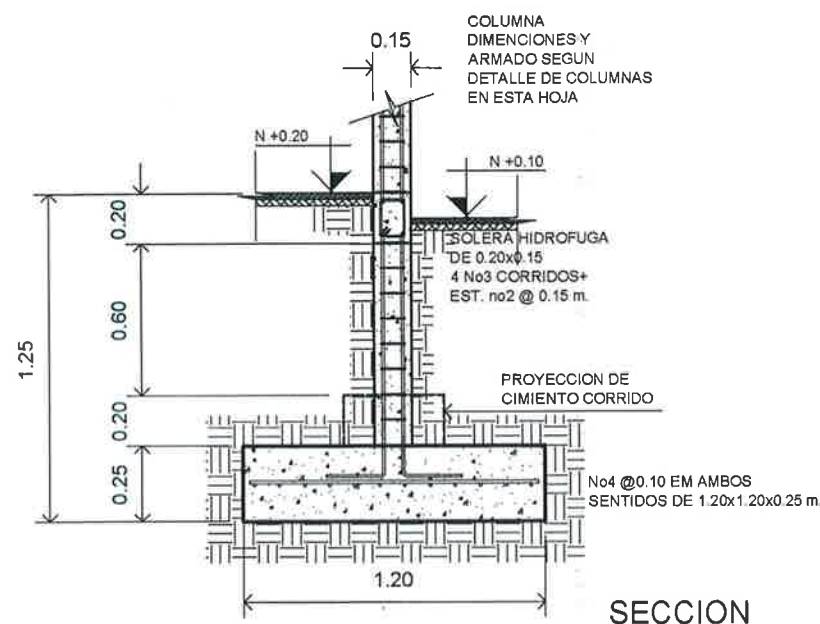
COLUMNA C-10

2 No. 3 + ESL. Ø 1/4" @ 0.15 m.



COLUMNA C-11

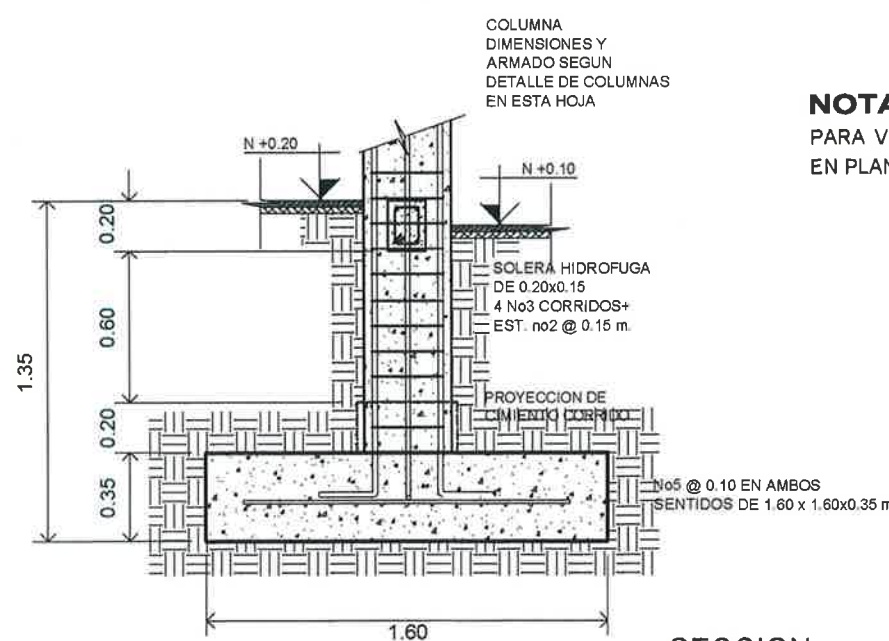
4 No. 4 + ESL. Ø 1/4" @ 0.15 m.



SECCION

**DETALLE DE ZAPATA TIPO Z-2**

ESCALA 1:30



SECCION

**DETALLE DE ZAPATA TIPO Z-1**

ESCALA 1:30

**NOTA:**

PARA VER UBICACION DE ZAPATAS, COLUMNAS EN PLANTA GENERAL VER HOJA 06.

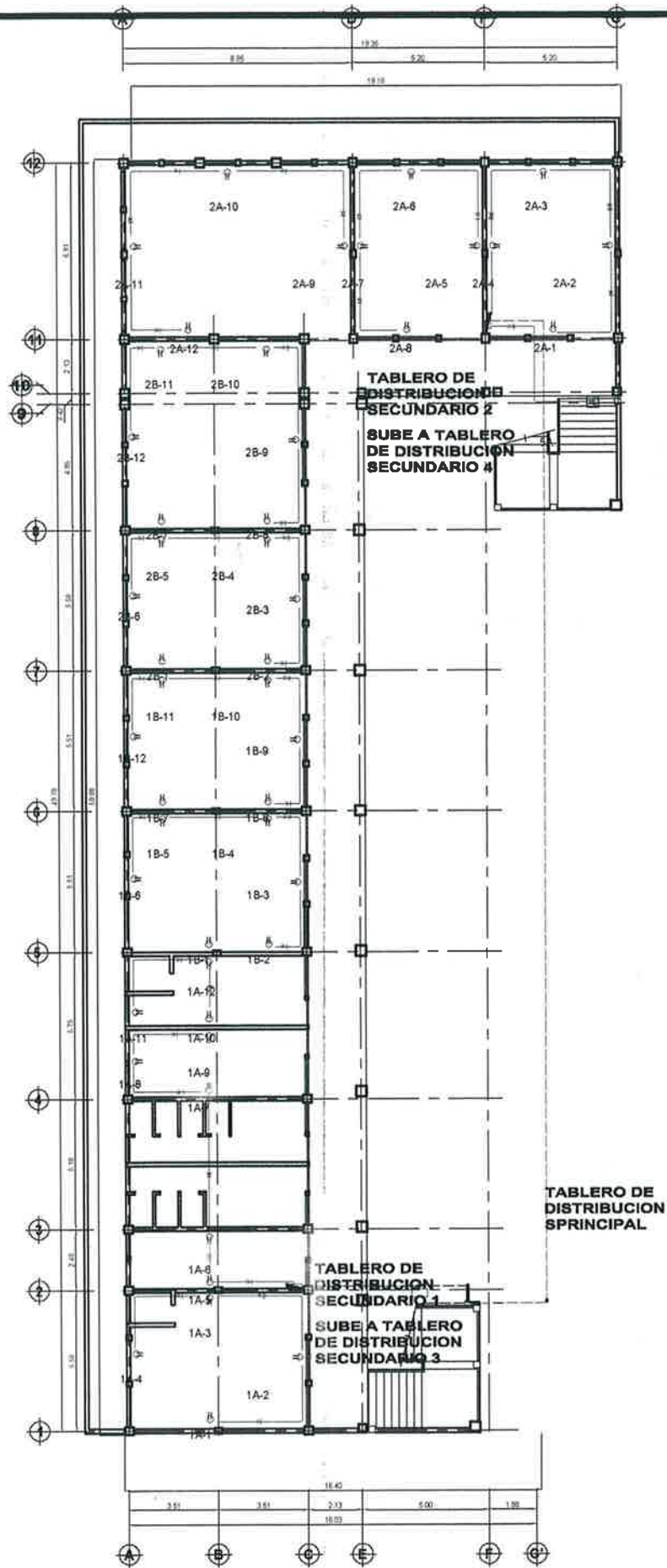


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

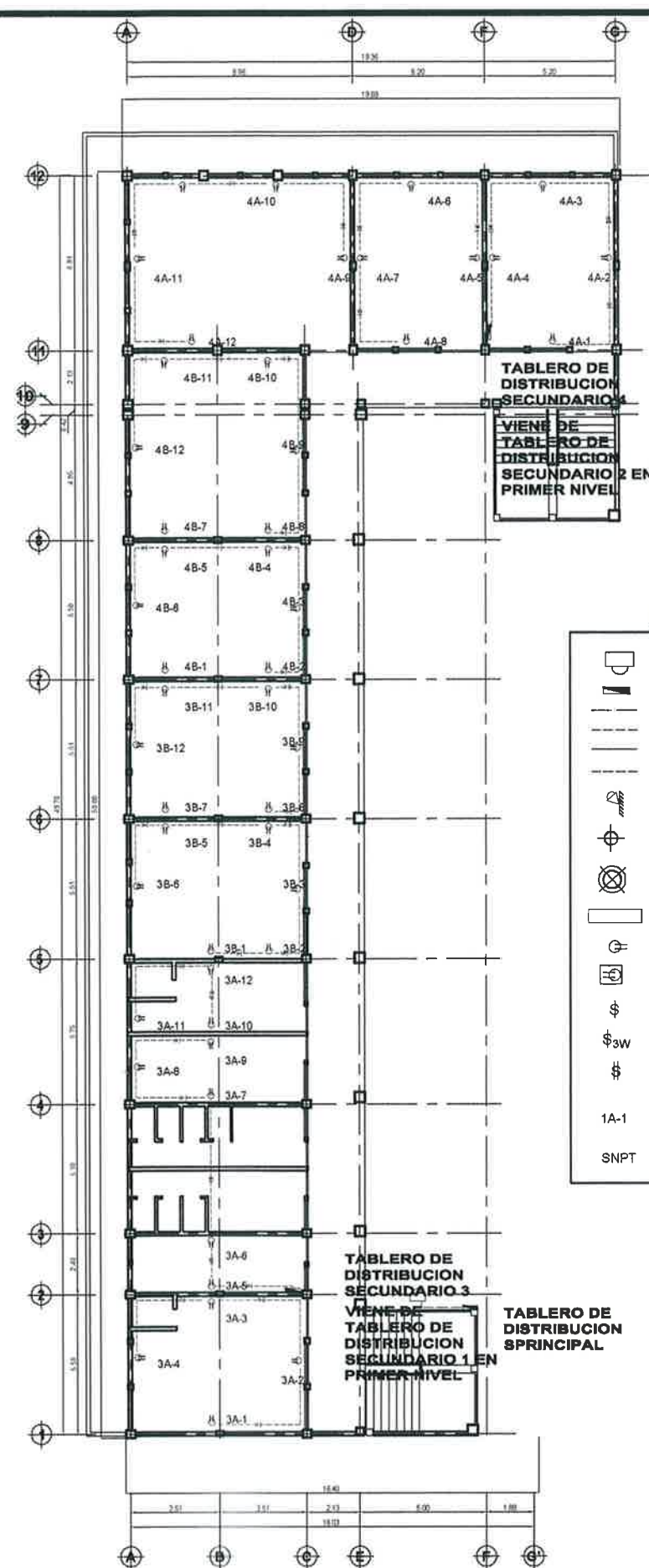
PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

PROYECTO: DETALLES CONSTRUCTIVOS DE CIMENTACION

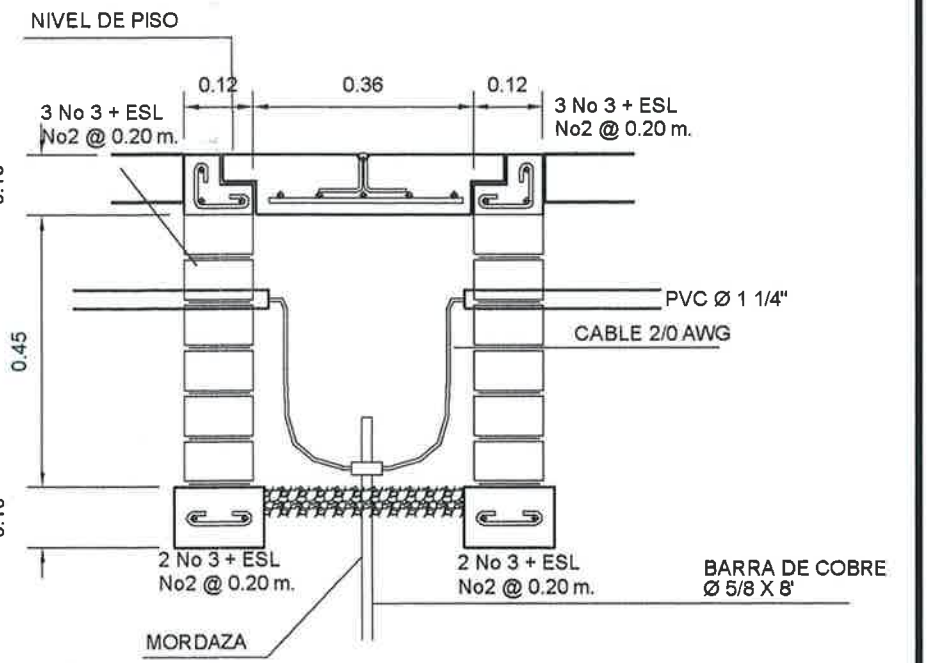
|  |                           |   |
|--|---------------------------|---|
| DISEÑO:<br>ESTUARDO CANO   | CALCULO:<br>ESTUARDO CANO | ESCALA:<br>1:30                                 |
| ASESOR:<br>CHRISTA CLASSON DE PINTO                                | DIBUJO:<br>ESTUARDO CANO  | FECHA:<br>15/05/2018                            |
| Vo.Bo. <i>Christa Classon de Pinto</i><br>CHRISTA CLASSON DE PINTO |                           | ASESOR(A) <i>Estuardo Cano</i><br>ESTUARDO CANO |



PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA PRIMER NIVEL  
(FUERZA) ESCALA 1:250



PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA SEGUNDO NIVEL  
(FUERZA) ESCALA 1:250



DETALLE DE TIERRA FISICA  
ESCALA 1:12.5

**SIMBOLOGIA**

|  |   |
|--|---|
|  | CONTADOR ACOMETIDA  |
|  | TABLERO DE CONTROL  |
|  | TUBERIA PRINCIPAL DE ACOMETIDA A TABLERO<br>POLIDUCTO Ø 1"                            |
|  | TUBERIA EN LOSA POLIDUCTO Ø 3/4"  |
|  | TUBERIA EN PISO POLIDUCTO Ø 3/4"  |
|  | POLIDUCTO HACIA INTERRUPTOR   |
|  | REFLECTOR DE INTemperIE   |
|  | LAMPARA INCANDESCENTE EN LOSA   |
|  | LUMINARIA ACRILITE ACR-250F SUSPENDIDAS DE<br>LA ESTRUCTURA METALICA                  |
|  | LAMPARA FLUORESCENTE EN LOSA  |
|  | TOMACORRIENTE 110 DOBLE VOLTS A 0.60 m SNPT   |
|  | INTERRUPTOR DOBLE TRIFASICO EN PISO   |
|  | INTERRUPTOR SIMPLE A 1.40 m SNPT  |
|  | INTERRUPTOR DE TRES VIAS A 1.40 m SNPT  |
|  | INTERRUPTOR DOBLE A 1.40 m SNPT   |
|  | 1A-1 INDICA EL TABLERO SECUNDARIO Y CIRCUITO<br>CA 1ª UNIDAD EN EL CIRCUITO ELECTRICO |
|  | SNPT SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO  |

**NOTA:**

- PARA EL ALAMBRE NEUTRO DEL CIRCUITOS DE ILUMINACION DEBERA DE UTILIZAR CABLE TWA CALIBRE 10 CON FORRO DE COLOR BLANCO
- PARA EL ALAMBRE VIVO DEL CIRCUITOS DE ILUMINACION DEBERA DE UTILIZAR CABLE TWA CALIBRE 10 CON FORRO DE COLOR ROJO
- PARA EL ALAMBRE RETORNO DEL CIRCUITOS DE ILUMINACION DEBERA DE UTILIZAR CABLE TWA CALIBRE 12 CON FORRO DE COLOR NEGRO
- PARA EL ALAMBRE NEUTRO DEL CIRCUITOS DE FUERZA DEBERA DE UTILIZAR CABLE TWA CALIBRE 10 CON FORRADO DE COLOR BLANCO
- PARA EL ALAMBRE VIVO DEL CIRCUITOS DE FUERZA DEBERA DE UTILIZAR CABLE TWA CALIBRE 10 CON FORRADO DE COLOR ROJO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES  
DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS  
DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

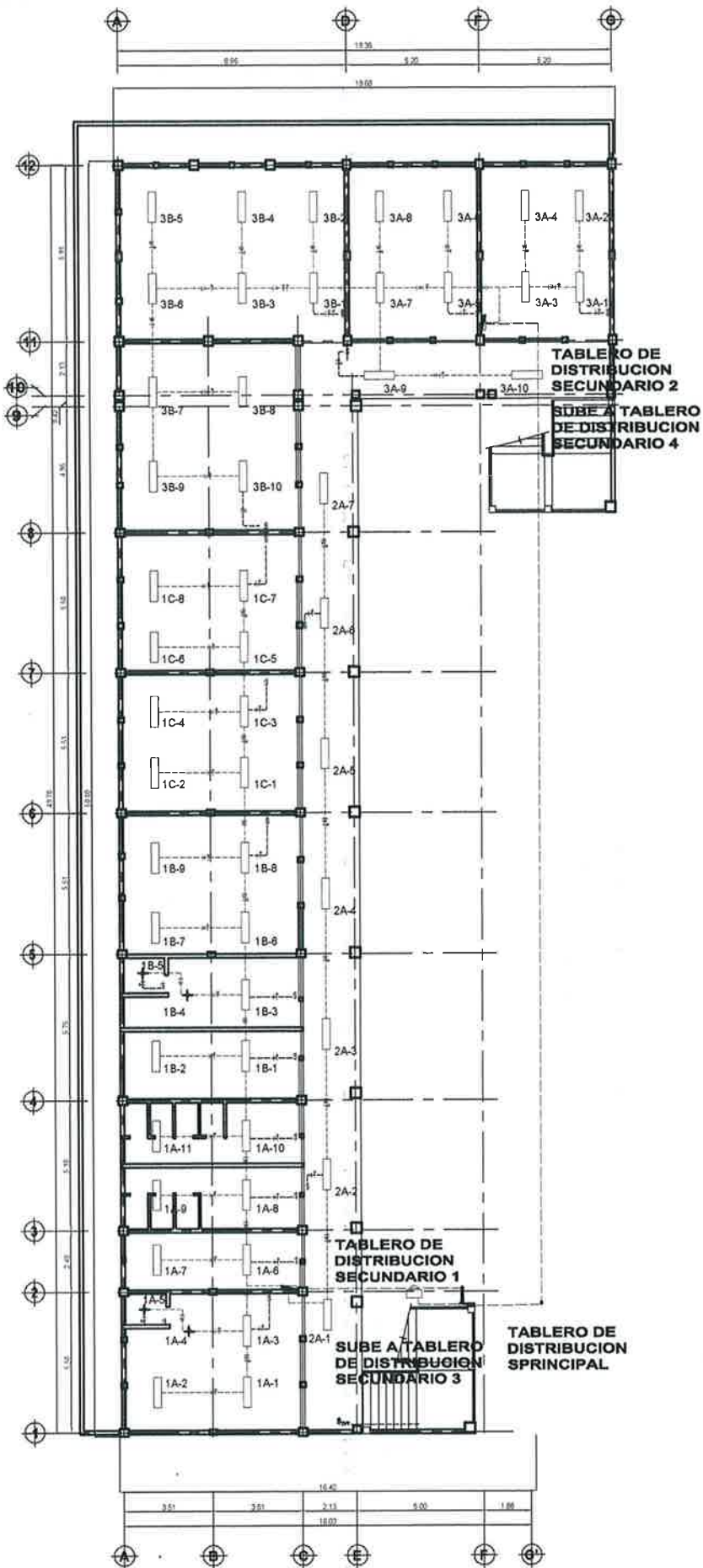
PROYECTO: PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA (FUERZA)  
PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL

DISEÑO: ESTUARDO CANO      CALCULO: ESTUARDO CANO      ESCALA: INDICADA

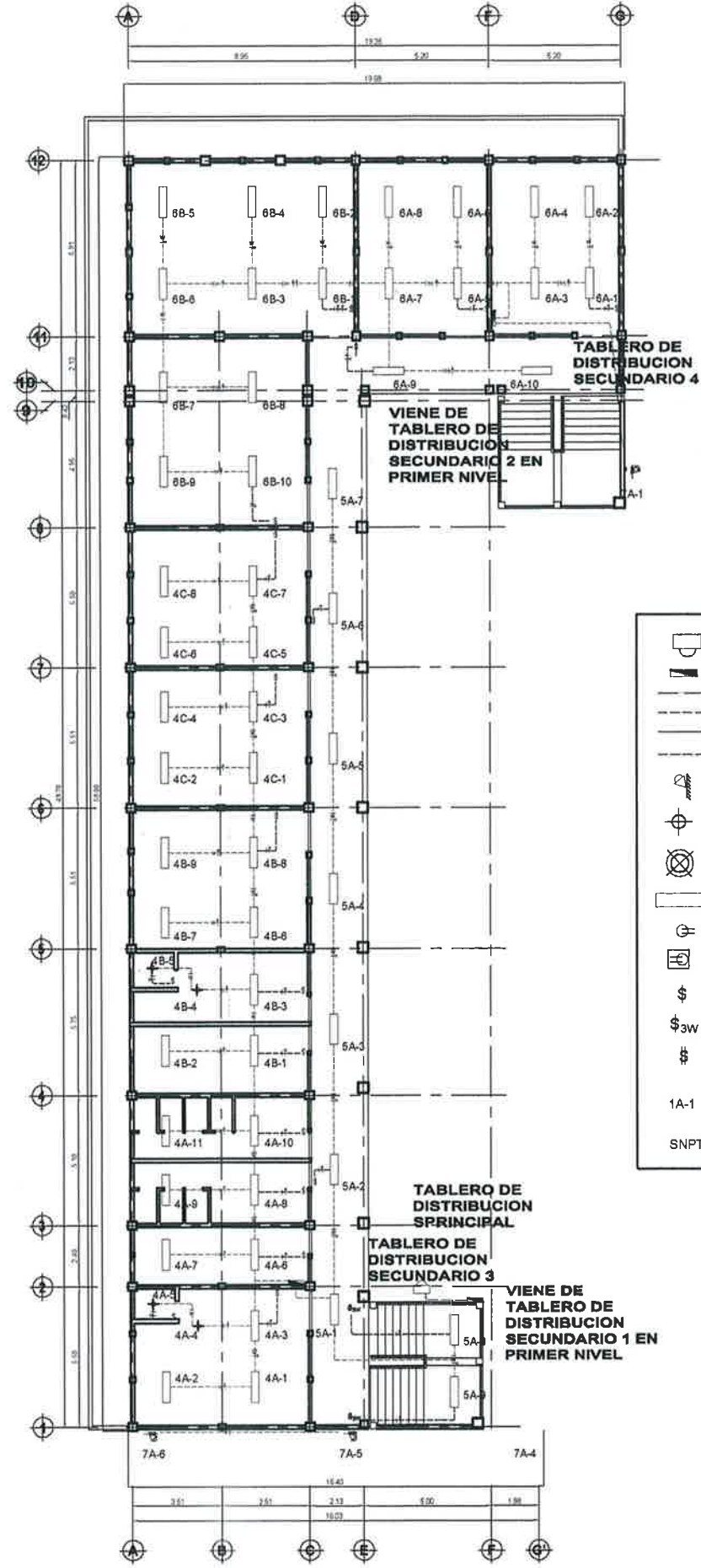
ASESOR: CHRISTA CLASSON DE PINTO      DIBUJO: ESTUARDO CANO      FECHA: MARZO 2, 011

Vo.Bo. *Christa Classon de Pinto*      ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS      Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

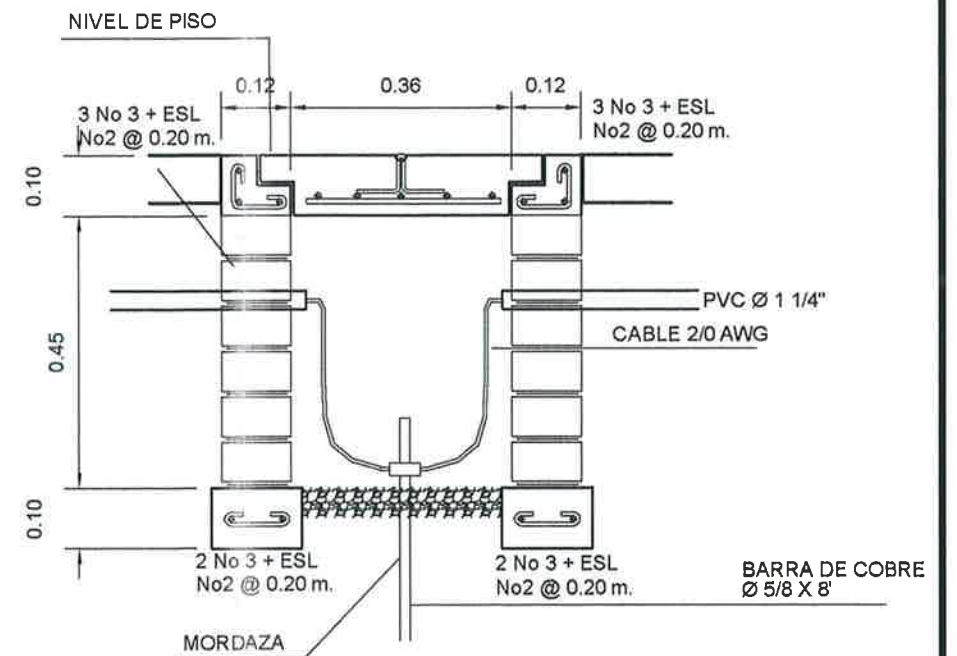
CHRISTA CLASSON DE PINTO



PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA PRIMER NIVEL (ILUMINACION) ESCALA 1:250



PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA SEGUNDO NIVEL (ILUMINACION) ESCALA 1:250



DETALLE DE TIERRA FISICA ESCALA 1:12.5

**SIMBOLOGIA**

|  |  |
|--|--|
|  | CONTADOR ACOMETIDA   |
|  | TABLERO DE CONTROL   |
|  | TUBERIA PRINCIPAL DE ACOMETIDA A TABLERO POLIDUCTO Ø 1"                          |
|  | TUBERIA EN LOSA POLIDUCTO Ø 3/4"   |
|  | TUBERIA EN PISO POLIDUCTO Ø 3/4"   |
|  | POLIDUCTO HACIA INTERRUPTOR  |
|  | REFLECTOR DE INTENPERIE  |
|  | LAMPARA INCANDESCENTE EN LOSA  |
|  | LUMINARIA ACRILITE ACR-250-F SUSPENDIDAS DE LA ESTRUCTURA METALICA               |
|  | LAMPARA FLUORESCENTE EN LOSA   |
|  | TOMACORRIENTE 110 DOBLE VOLTS A 60m SNPT   |
|  | INTERRUPTOR DOBLE TRIFASICO EN PISO  |
|  | INTERRUPTOR SIMPLE A 1.40m SNPT  |
|  | INTERRUPTOR DE TRES VIAS A 1.40m SNPT  |
|  | INTERRUPTOR DOBLE A 1.40m SNPT   |
|  | 1A= INDICA EL TABLERO SECUNDARIO Y CIRCUITO CA 1ª UNIDAD EN EL CIRCUITO ELECTICO |
|  | SNPT SOBRE NIVEL DE PISO TERMINADO   |

**NOTA:**

- PARA EL ALAMBRE NEUTRO DEL CIRCUITOS DE ILUMINACION DEBERA DE UTILIZAR CABLE TWA CALIBRE 10 CON FORRO DE COLOR BLANCO
- PARA EL ALAMBRE VIVO DEL CIRCUITOS DE ILUMINACION DEBERA DE UTILIZAR CABLE TWA CALIBRE 10 CON FORRO DE COLOR ROJO
- PARA EL ALAMBRE RETORNO DEL CIRCUITOS DE ILUMINACION DEBERA DE UTILIZAR CABLE TWA CALIBRE 12 CON FORRO DE COLOR NEGRO
- PARA EL ALAMBRE NEUTRO DEL CIRCUITOS DE FUERZA DEBERA DE UTILIZAR CABLE TWA CALIBRE 10 CON FORRADO DE COLOR BLANCO
- PARA EL ALAMBRE VIVO DEL CIRCUITOS DE FUERZA DEBERA DE UTILIZAR CABLE TWA CALIBRE 10 CON FORRADO DE COLOR ROJO.

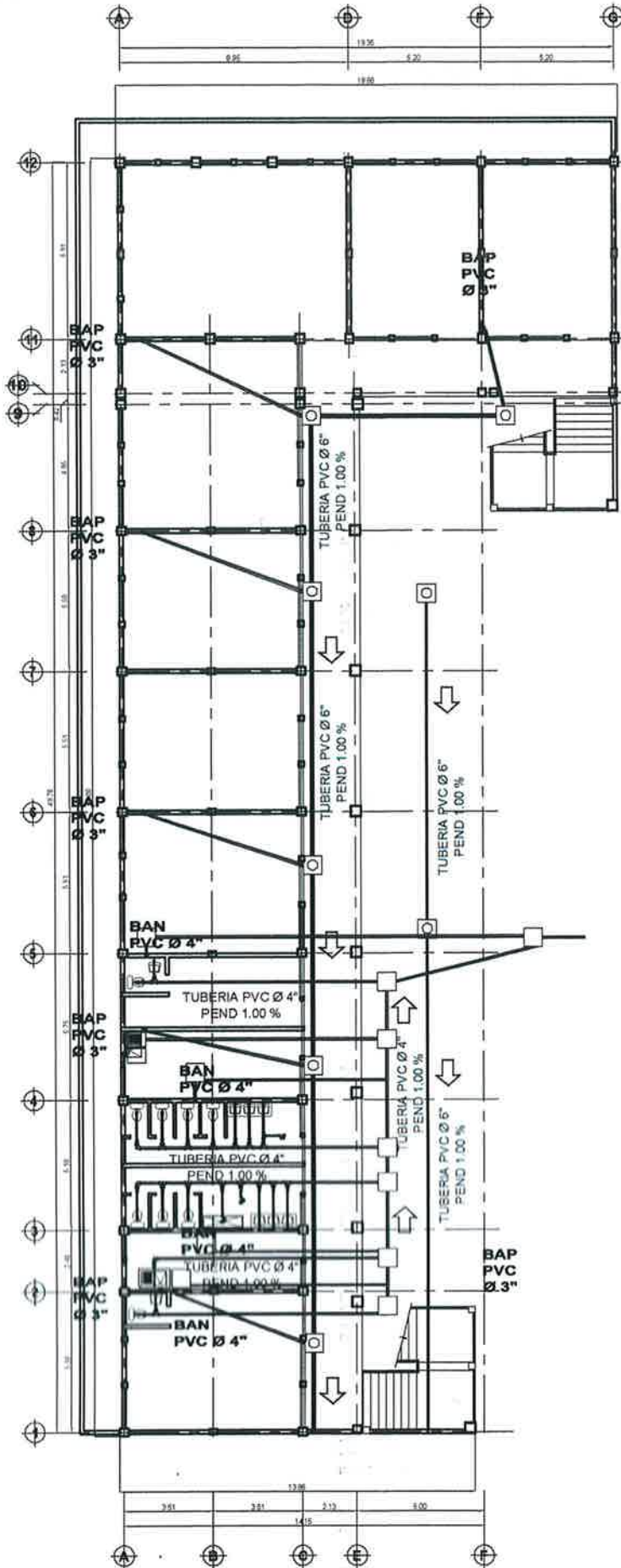


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

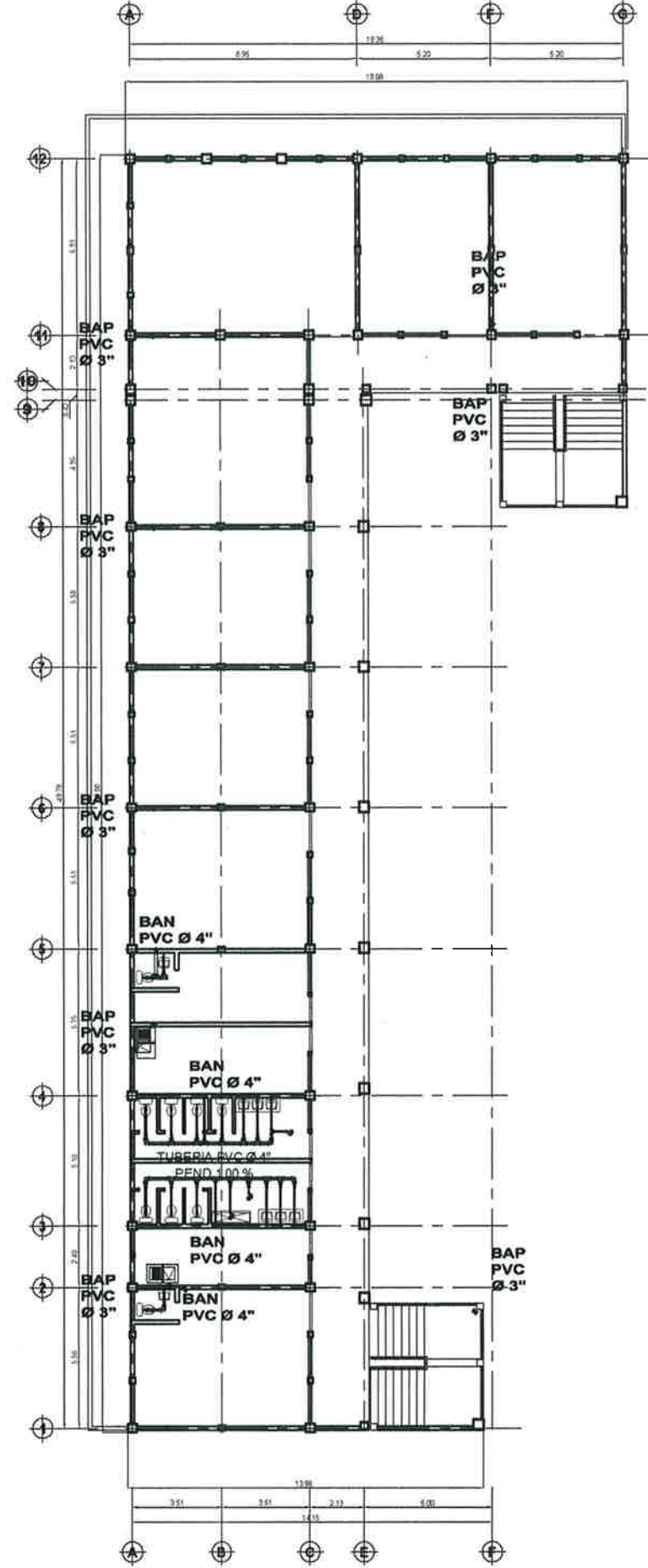
PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

PROYECTO: PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA (ILUMINACION) PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL

|  |                        |   |
|--|------------------------|---|
| DISEÑO: ESTUARDO CANO                  | CALCULO: ESTUARDO CANO | ESCALA: ESCALA DE SAN CARLOS DE GUATEMALA |
| ASESOR: CHRISTA CLASSON DE PINTO       | DIBUJO: ESTUARDO CANO  | FECHA: 15/05/2024                         |
| Vo.Bo. <i>Christa Classon de Pinto</i> |                        | INGENIERO(A) SUPERVISOR(A) DE EPS         |



PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJES SANITARIOS Y PLUVIALES PRIMER NIVEL ESCALA 1:250



PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJES SANITARIOS Y PLUVIALES SEGUNDO NIVEL ESCALA 1:250

## SIMBOLOGIA

|             |   |
|-------------|---|
| AN          | AGUAS NEGRAS                                |
|             | CAJA DE REGISTRO                            |
|             | CAJA REPOSADERA                             |
|             | TRANPA DE GRASA                             |
|             | CANDELA DE TUBERIA DE CEMENTO DE Ø 12"      |
|             | TUBERIA DE PVC PARA AGUA PLUVIAL Ø INDICADO |
|             | TUBERIA DE PVC PARA AGUA NEGRA Ø INDICADO   |
|             | BAP PVC Ø 4"                                |
|             | BAN PVC Ø 4"                                |
|             | CODO 90° VERTICAL Ø INDICADA                |
|             | CODO 90° HORIZONTAL Ø INDICADA              |
|             | CODO 45° HORIZONTAL Ø INDICADA              |
|             | CRUZ SANITARIA Ø INDICADO                   |
|             | REDUCTOR PVC Ø INDICADOS                    |
|             | SIFON TERMINAL PVC Ø 2"                     |
|             | TEE SANITARIA PVC Ø INDICADO                |
|             | YEE SANITARIA PVC Ø INDICADO                |
|             | SIFON TERMINAL + REPOSADERA Ø 2"            |
| PEND 1.00 % | PENDIENTE DEL TRAMO DE LA TUBERIA DE PVC    |
|             | SENTIDO DE FLUJO EN LA TUBERIA              |

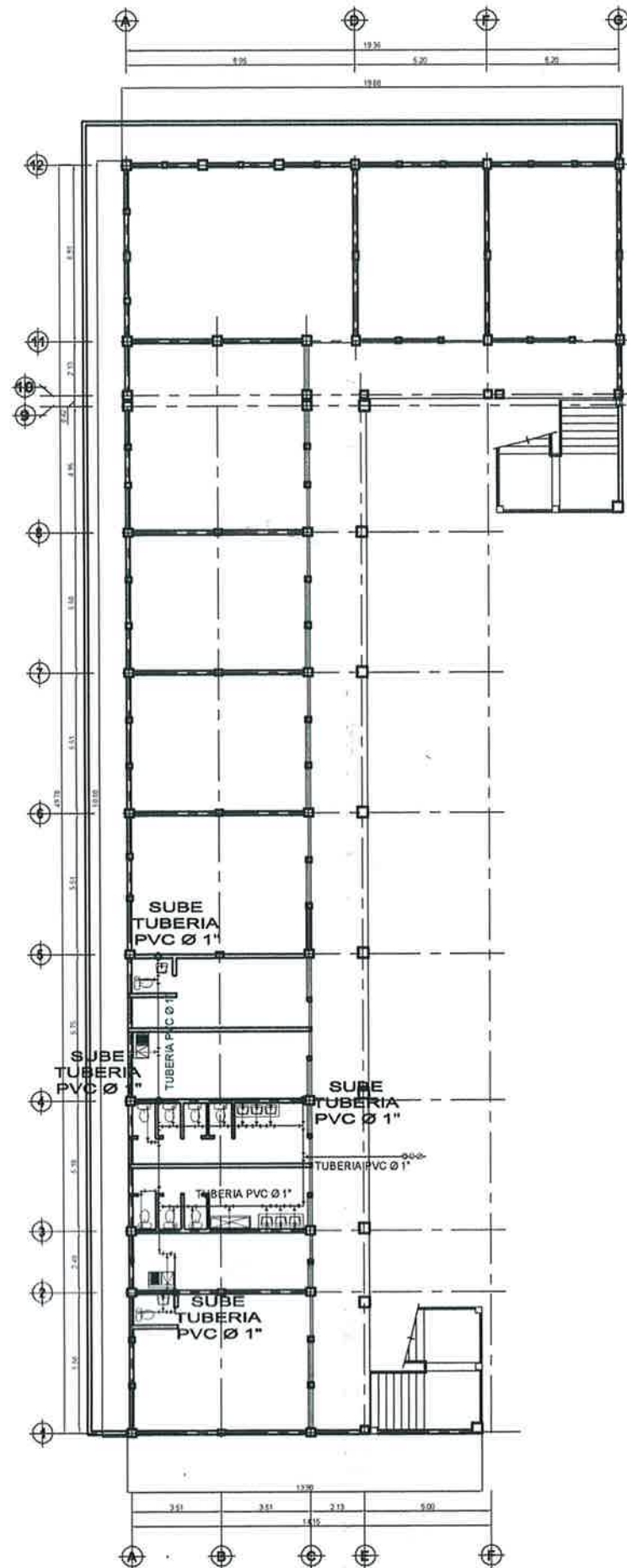


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

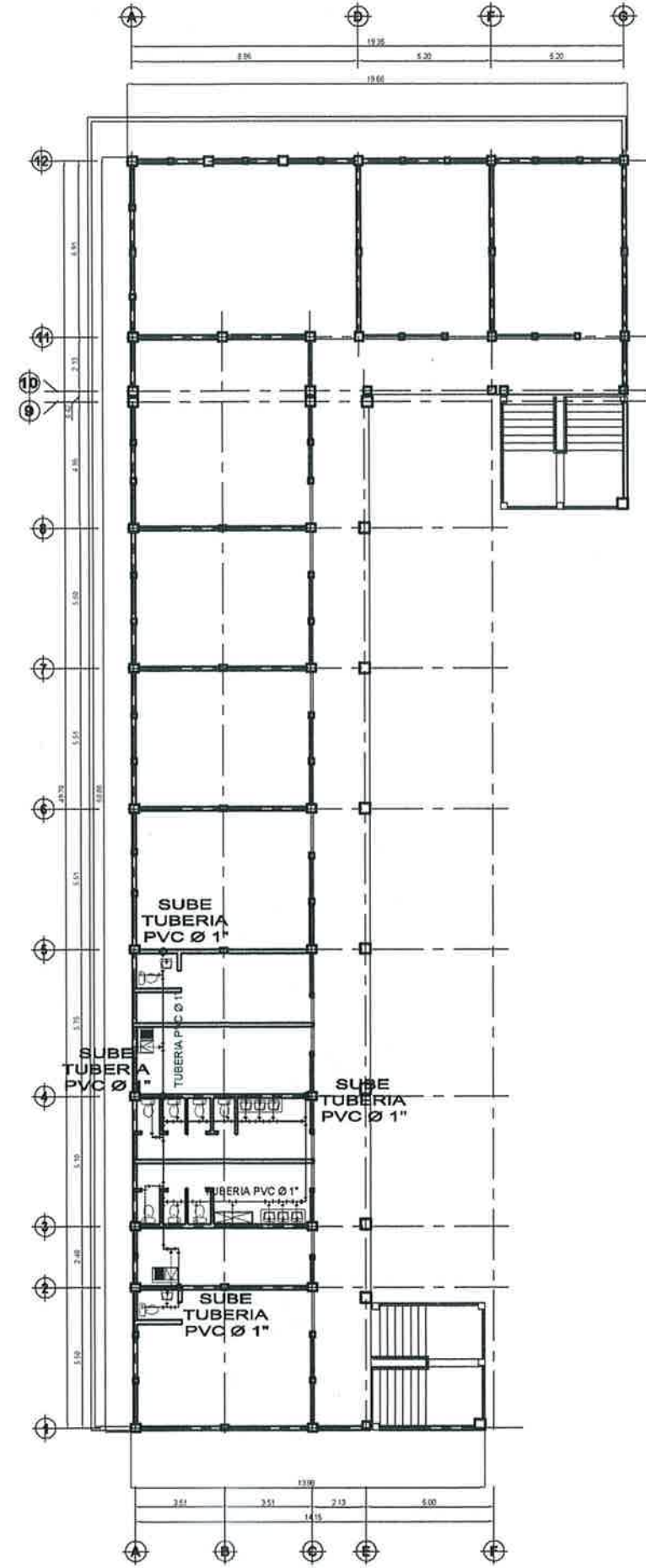
PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

PROYECTO: PLANTA DE INSTALACION DE DRENAJES SANITARIOS Y PLUVIALES PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL

|   |                           |                      |
|---|---------------------------|----------------------|
| DISEÑO:<br>ESTUARDO CANO  | CALCULO:<br>ESTUARDO CANO | ESCALA:<br>INDICADA  |
| ASESOR:<br>CHRISTA CLASSON DE PINTO   | DIBUJO:<br>ESTUARDO CANO  | FECHA:<br>MARZO 2011 |
| Vo.Bo. <i>Christa Classon</i><br>CHRISTA CLASSON DE PINTO <i>Ing. Civil</i> |                           |                      |



PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE DE PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:250



PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE DE SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:250

### SIMBOLOGIA

|  |   |
|--|---|
|  | TUBERIA PVC Ø 1" 160 PSI                          |
|  | TUBERIA PVC Ø 1/2" 315 PSI                        |
|  | TEE HORIZONTAL PVC Ø INDICADO EN PLANTA           |
|  | CODO HORIZONTAL Ø INDICADO EN PLANTA x 90° PVC    |
|  | VALVULA DE CHEQUE Ø 1" Br                         |
|  | CONTADOR Ø 1/2" Br                                |
|  | LLAVE DE PASO Ø 1" Br                             |
|  | LLAVE DE CONTROL Ø INDICADO EN PLANTA Br          |
|  | UBICACION DE EQUIPO DE BOMBEO                     |
|  | RED BUSH Ø 1"x1/2" PVC                            |
|  | CODO VERTICAL Ø 1/2"x 90° PVC                     |
|  | CODO VERTICAL Ø 1"x 90° PVC PARA CAMBIAR DE NIVEL |



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

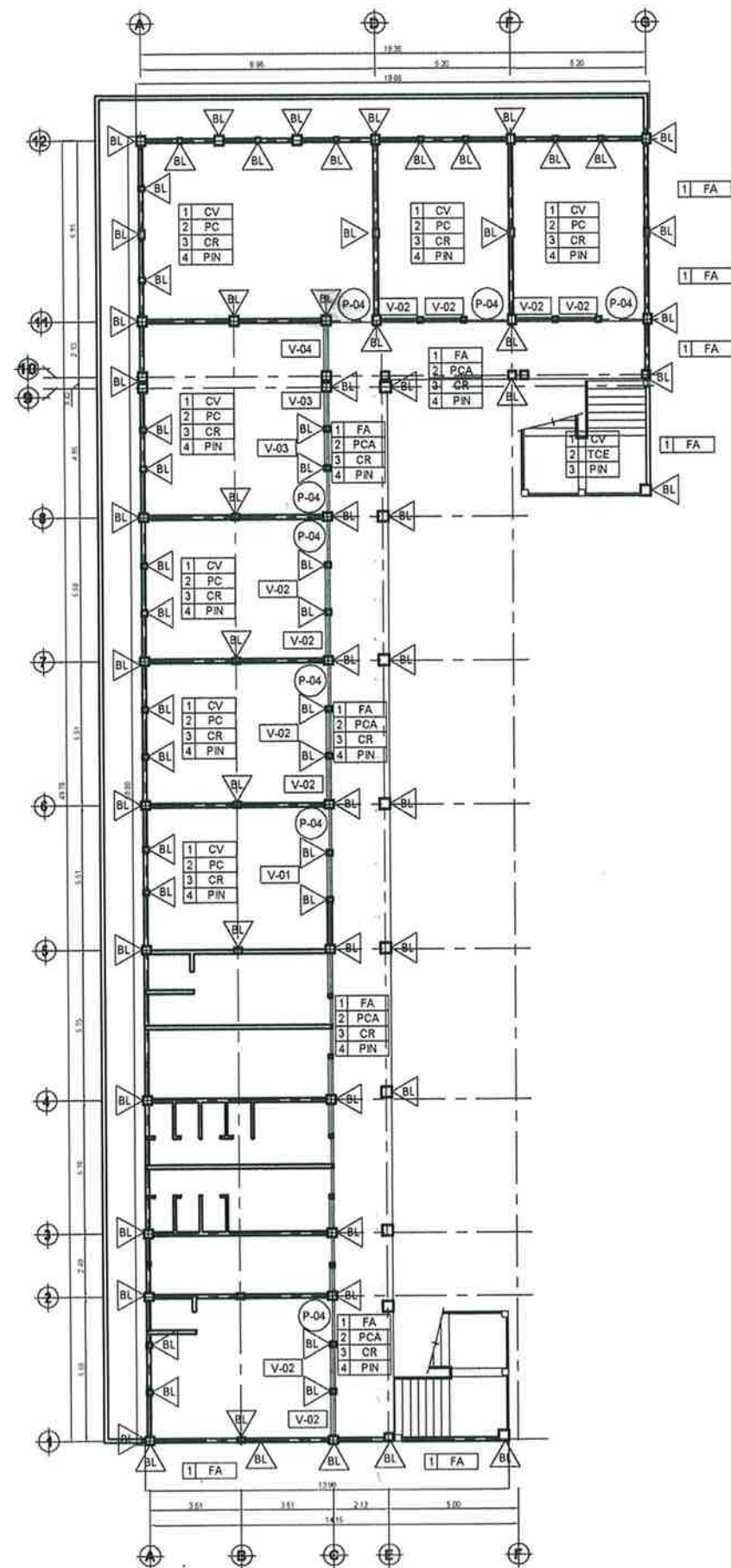
PROYECTO: PLANTA DE INSTALACION DE AGUA POTABLE PRIMER NIVEL Y SEGUNDO NIVEL

DISEÑO: ESTUARDO CANO      CALCULO: ESTUARDO CANO      ESCALA: INDICADA

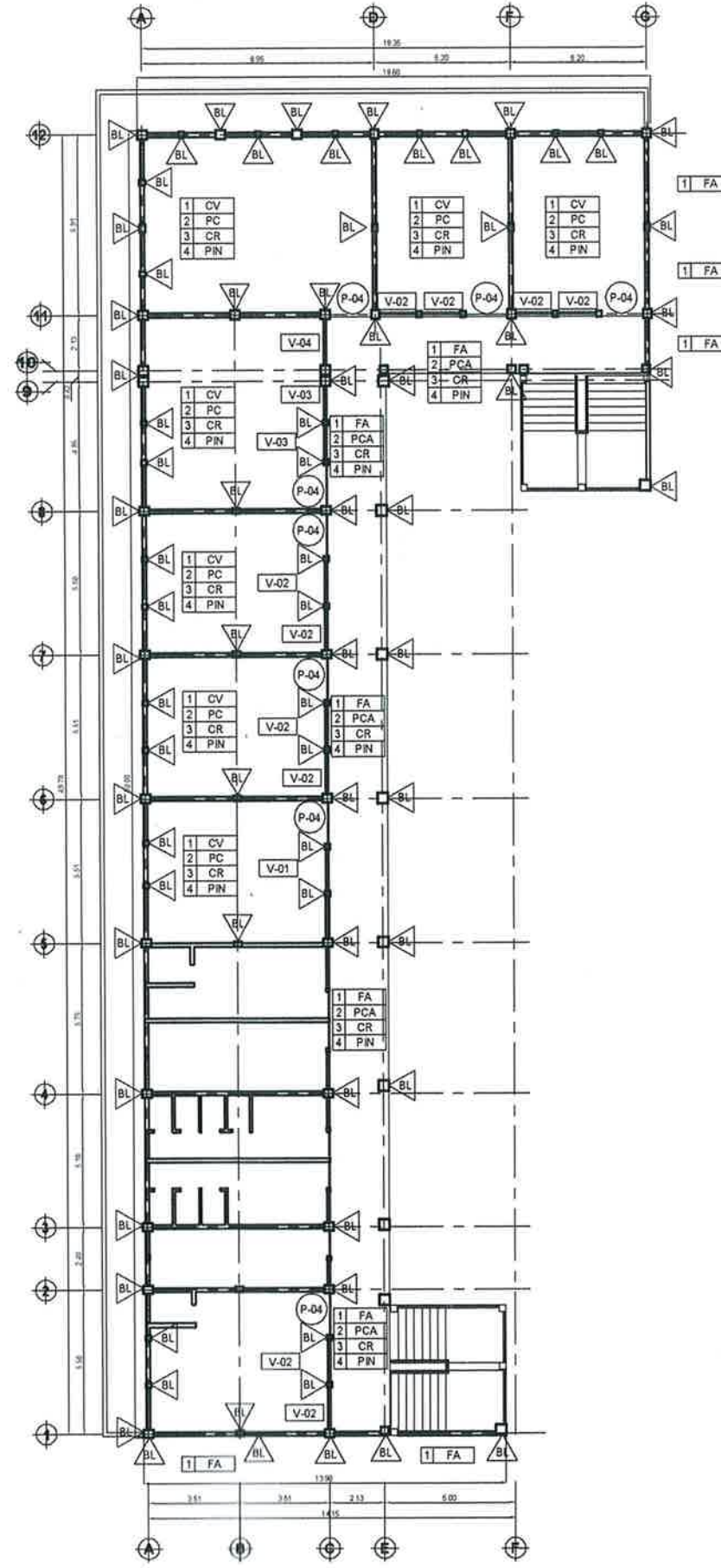
ASESOR: CHRISTA CLASSON DE PINTO      DIBUJO: ESTUARDO CANO

Vs.Bo. *Christa Classon*  
CHRISTA CLASSON DE PINTO





PLANTA DE ACABADOS DE PRIMER NIVEL  
ESCALA 1:250



PLANTA DE ACABADOS DE SEGUNDO NIVEL  
ESCALA 1:250

### SIMBOLOGIA

|       |   |
|-------|---|
| 1 CV  | 01 INDICA ACABADO EN MUROS  |
| 2 PC  | 02 INDICA ACABADO EN PISO   |
| 3 CR  | 03 INDICA ACABADO EN CIELO  |
| 4 PIN | 04 INDICA PINTURA EN CERNIDOS DE MUROS  |
| BL    | INDICA ACABADO SOBRE COLUMNAS   |
| P-01  | INDICA TIPO DE PUERTA   |
| V-01  | INDICA TIPO DE VENTANA  |
| CV    | LEVANTADO DE BLOCK POMEZ DE 0.15x0.20x0.40 + REPELLO + CERNIDO VERTICAL   |
| PC    | BASE DE CONCRETO DE 0.05 DE ESPESOR + PISO CERAMICO COLOR BLANCO  |
| CR    | LOSA TRADICIONAL + REPELLO + CERNIDO REMOLINEADO  |
| BL    | ACABADO SOBRE LAS CARAS EXPUESTAS DE COLUMNAS Y VIGAS SERA BLANQUEADO   |
| PCA   | BASE DE CONCRETO DE 0.05 DE ESPESOR + PISO CERAMICO ANTIDESLIZANTE COLOR BLANCO   |
| FA    | LEVANTADO DE BLOCK POMEZ DE 0.15x0.20x0.40 + REPELLO + FACHALETA  |
| TCE   | PISO DE TORTA DE CEMENTO DE 0.07 DE ESPESOR CON ACABADO ESTRIADO  |
| CL    | CUBIERTA DE ESTRUCTURA DE METAL CON LAMINATROQUELADA I-76   |
| AZ1   | LEVANTADO DE BLOCK POMEZ DE 0.15x0.20x0.40 + REPELLO + CERNIDO + 3 HILADAS DE AZULEJO DE 0.11x0.11 A PARTIR DE 1.10 SNPT. |
| AZ2   | LEVANTADO DE BLOCK POMEZ DE 0.15x0.20x0.40 + REPELLO + CERNIDO + AZULEJO DE 0.11x0.11 DESDE SNPT. A UNA ALTURA DE 1.60    |
| PIN   | PINTURA EN MUROS Y TECHOS EN AULAS INTERNOS Y EXTERNOS, MUROS FRONTALES INTERNOS EN PATIOS INTERNOS                       |

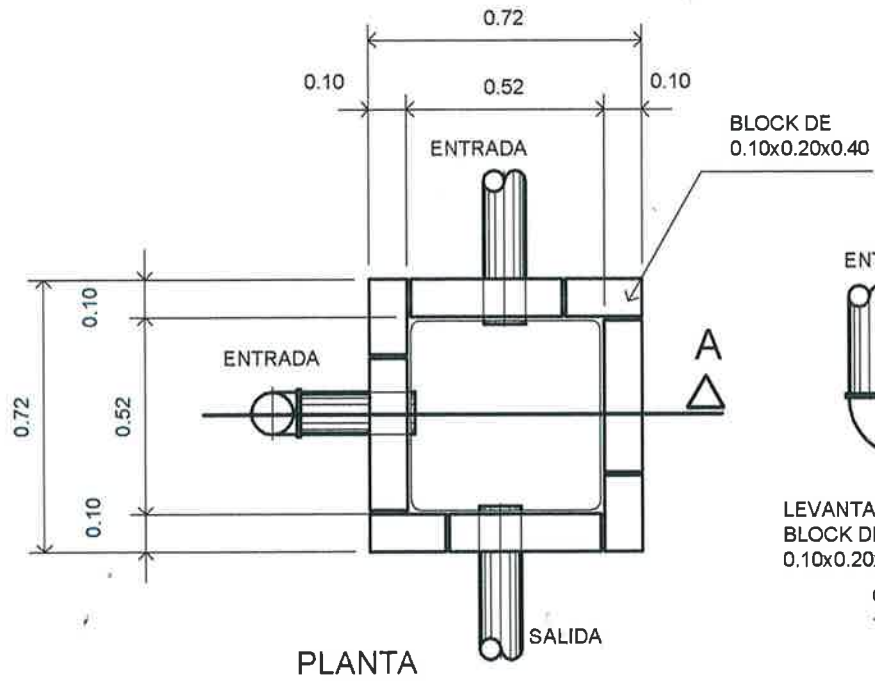


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

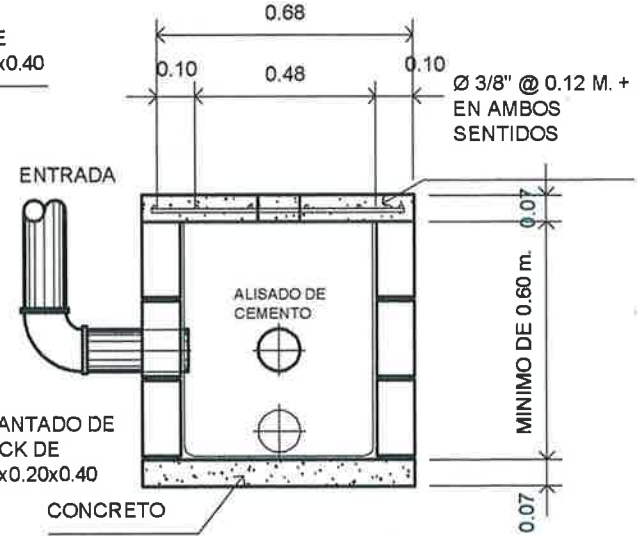
PROYECTO: PLANTA DE ACABADOS DE PRIMER NIVEL + PLANTA DE ACABADOS DE SEGUNDO NIVEL

|                                     |  |                      |
|-------------------------------------|--|----------------------|
| DISEÑO:<br>ESTUARDO CANO            | CALCULO:<br>ESTUARDO CANO  | ESCALA:<br>INDICADA  |
| ASESOR:<br>CHRISTA CLASSON DE PINTO | DIBUJO:<br>ESTUARDO CANO   | FECHA:<br>MARZO 2011 |
| Vo.Bo.                              | <br>ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EP<br>Firma de Prácticas de Ingeniería y EPS<br>CHRISTA CLASSON DE PINTO<br>Facultad de Ingeniería |                      |

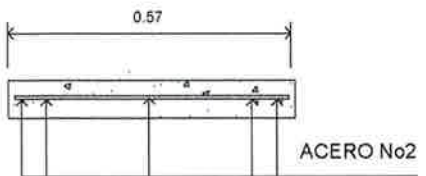


PLANTA

DETALLE DE CAJA DE REGISTRO  
ESCALA 1:20

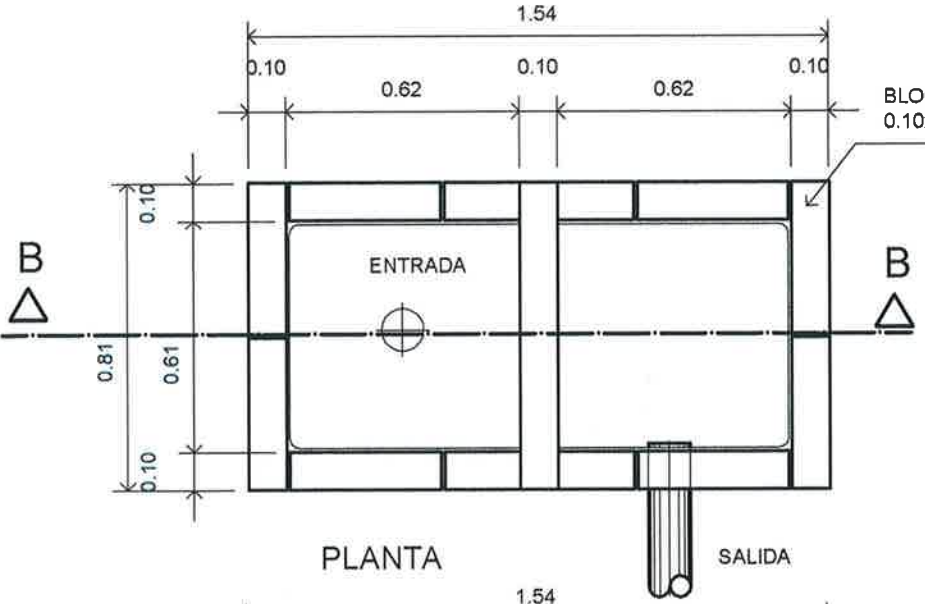


SECCION A

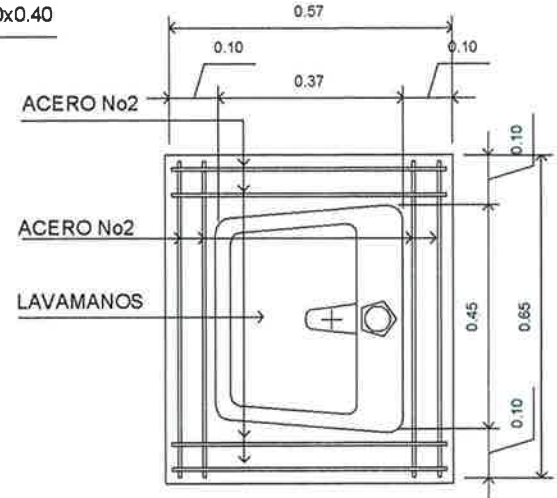


PLANTA TIPICA DE PLANCHA  
ESCALA 1:15

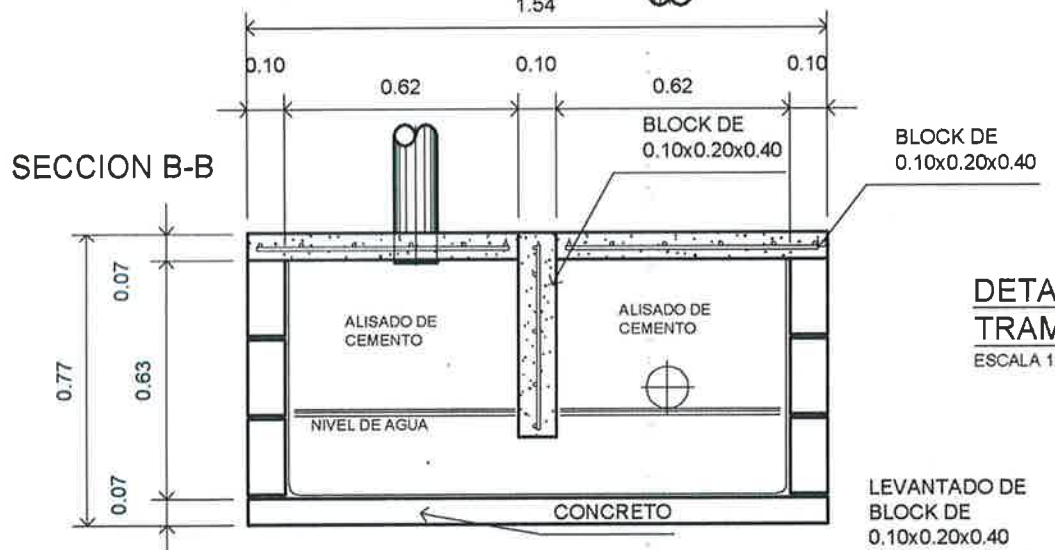
TUBERIA PVC Ø 1/2" CON PERFORACIONES DE Ø 1/4 @ 0.20 EMPOTRADA EN MURO



PLANTA

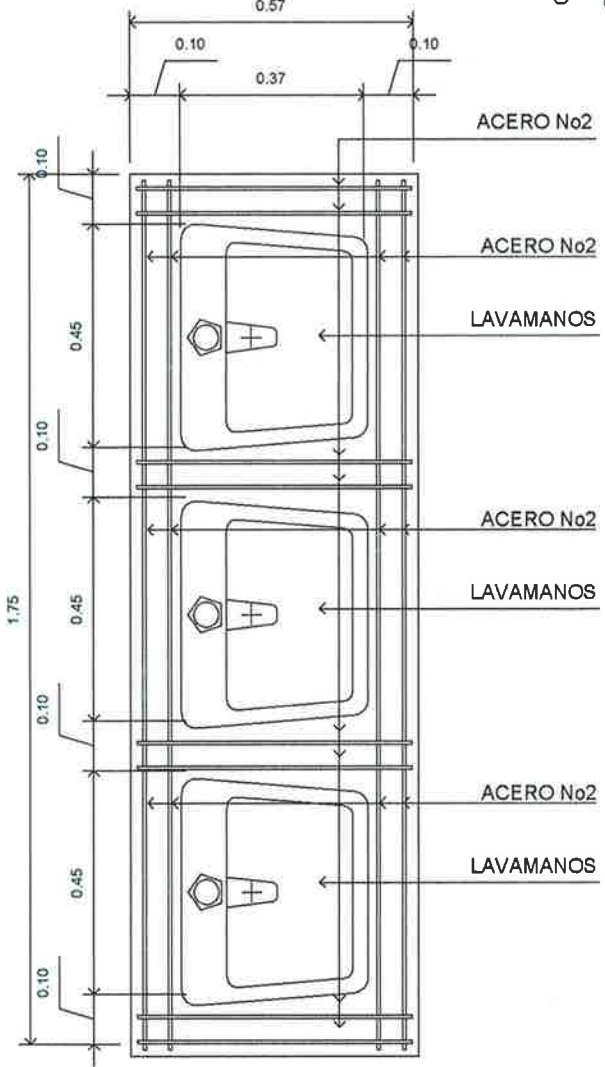


PLANTA DE LAVAMANOS SIMPLE  
ESCALA 1:15

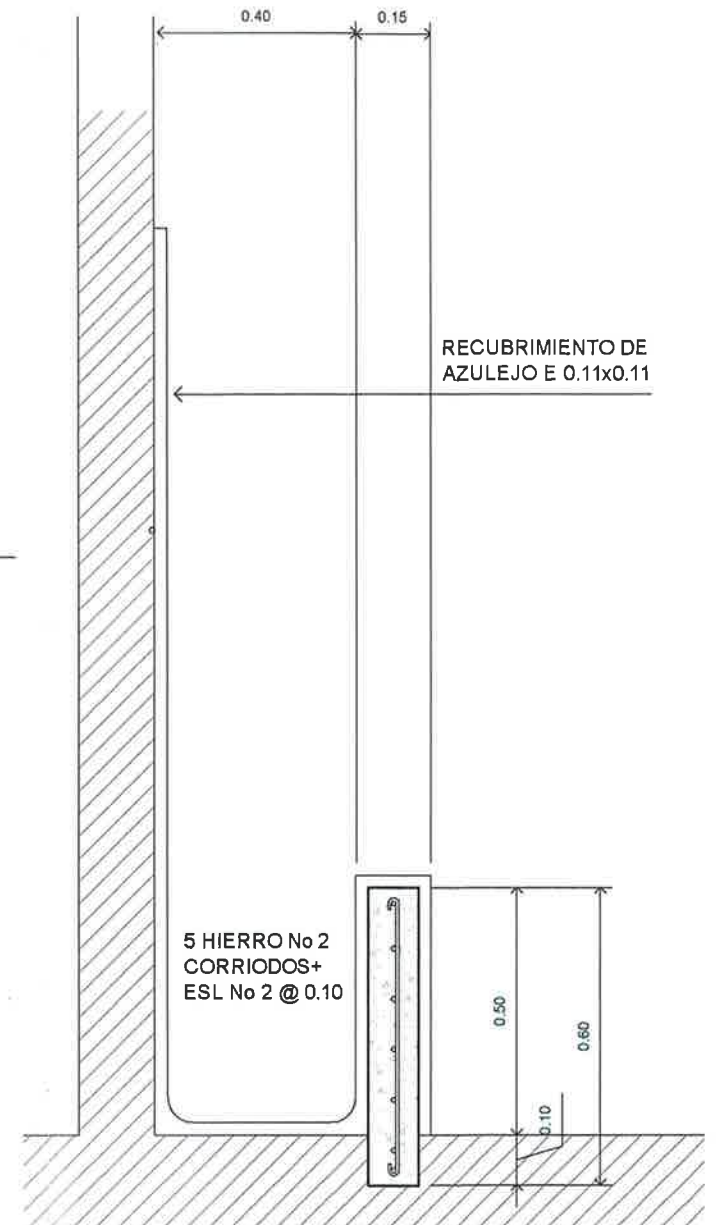


SECCION B-B

DETALLE DE CAJA TRAMPA DE GRASA  
ESCALA 1:20



PLANTA DE LAVAMANOS TRIPLE  
ESCALA 1:15



SECCION MINJITORIO  
DETALLE DE MINJITORIO  
ESCALA 1:15

**NOTA:**  
LA MESA DE APOYO PARA LAVAMANOS SERA DE CONCRETO ARMADO CON ESPESOR DE 0.075 m. CON REFUERZO DE ACERO No2 SEGUN DETALLE EN PLANTA Y ACABADO FINAL SERA CON AZULEJO OLOR BLANCO

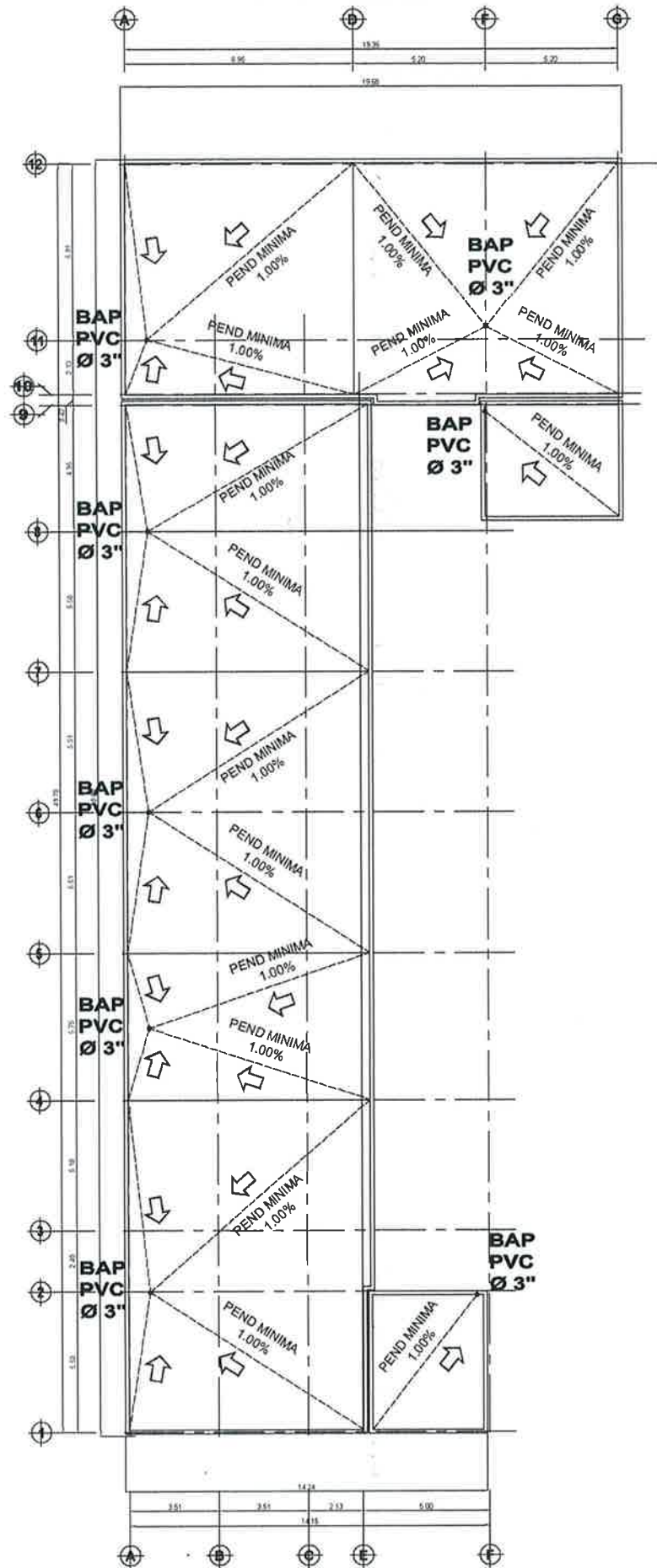


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

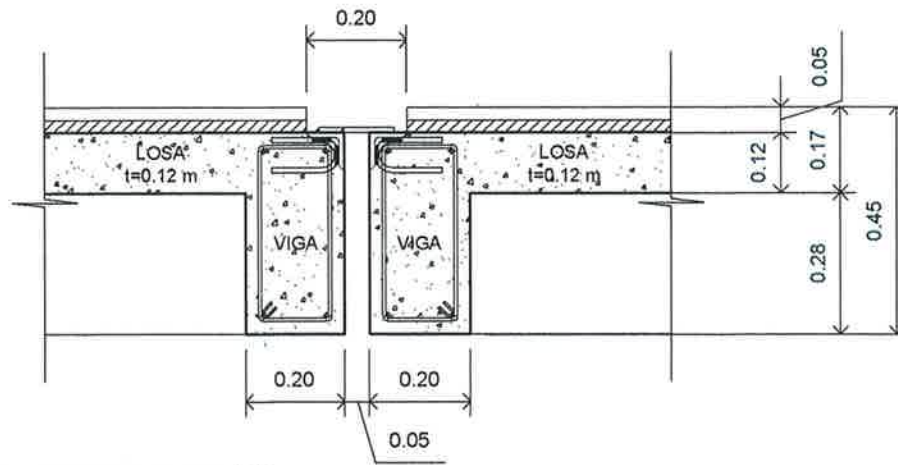
PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA  
PROYECTO: DETALLES DE INSTALACIONES DE DRENAJES

|  |                           |   |
|--|---------------------------|---|
| DISEÑO:<br>ESTUARDO CANO               | CALCULO:<br>ESTUARDO CANO | ESCALA:<br>ASOCIADO   |
| ASESOR:<br>CHRISTA CLASSON DE PINTO    | DIBUJO:<br>ESTUARDO CANO  | FECHA:<br>15/02/2014  |
| Vo.Bo. <i>Christa Classon de Pinto</i> |                           | ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE E.P.S.<br>Unidad de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.<br>Facultad de Ingeniería |





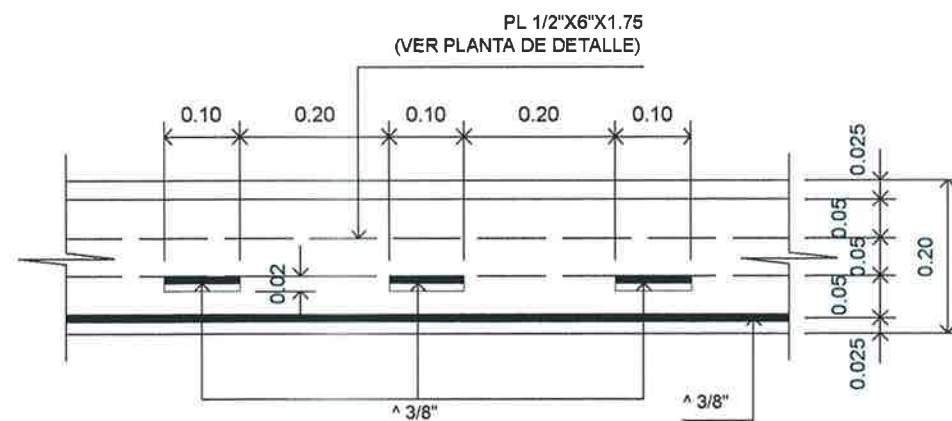
PLANTA DE TECHOS  
ESCALA 1:250



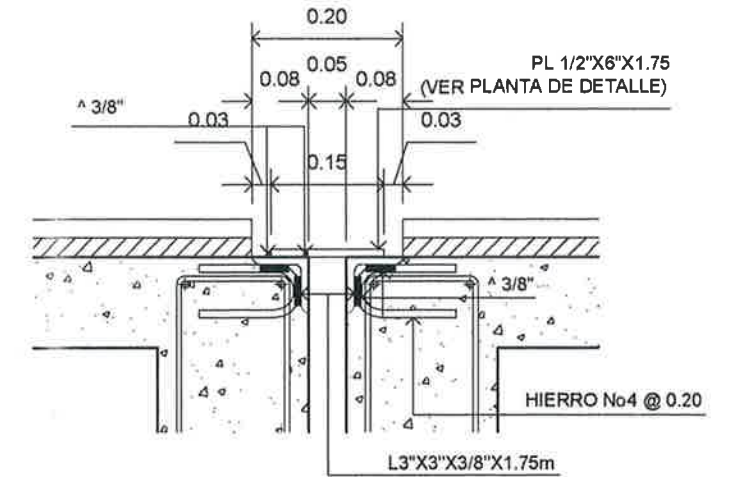
DETALLE DE JUNTA DE CONSTRUCCION EN ENTREPISO  
ESCALA 1:15



DETALLE DE JUNTA DE CONSTRUCCION EN ENTREPISO  
ESCALA 1:15



PLANTA DE PLATINA PARA JUNTA DE CONSTRUCCION  
ESCALA 1:10



DETALLE DE PLATINA PARA JUNTA DE CONSTRUCCION  
ESCALA 1:10

### SIMBOLOGIA

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | CRESTA DE PAÑUELO           |
|  | FONDO DE PAÑUELO            |
|  | SENTIDO DEL PAÑUELO         |
|  | PENDIENTE MINIMA DE PAÑUELO |

AREA DE CUBIERTA  
M2

### NOTAS:

LOS PAÑUELOS SE DEBERAN DE HACER UTILIZANDO MEZCLON LA PROPORCION INDICADA EN LAS ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

PROYECTO: PLANTA DE TECHOS Y DETALLES DE JUNTA DE CONSTRUCCION

|                                     |   |                      |
|-------------------------------------|---|----------------------|
| DISEÑO:<br>ESTUARDO CANO            | CALCULO:<br>ESTUARDO CANO   | ESCALA:<br>INDICADA  |
| ASESOR:<br>CHRISTA CLASSON DE PINTO | DIBUJO:<br>ESTUARDO CANO  | FECHA:<br>MARZO 2011 |
| Vo.Bo.                              | <br>ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS<br>Municipalidad de Casillas, Santa Rosa<br>Universidad de San Carlos de Guatemala<br>Facultad de Ingeniería y EPS |                      |

# PLANILLA DE PUERTAS

## PRIMER NIVEL

| TIPO PUERTA | ANCHO | DINTEL | CANTIDAD | MATERIAL |
|-------------|-------|--------|----------|----------|
| P-2         | 1.00  | 2.60   | 5        | METAL    |
| P-3         | 0.70  | 2.60   | 2        | MADERA   |
| P-4         | 1.60  | 2.60   | 8        | METAL    |
| P-5         | 0.70  | 1.80   | 8        | METAL    |

## SEGUNDO NIVEL

| TIPO PUERTA | ANCHO | DINTEL | CANTIDAD | MATERIAL |
|-------------|-------|--------|----------|----------|
| P-2         | 1.00  | 2.60   | 5        | METAL    |
| P-3         | 0.70  | 2.60   | 2        | MADERA   |
| P-4         | 1.60  | 2.60   | 8        | METAL    |
| P-5         | 0.70  | 1.80   | 8        | METAL    |

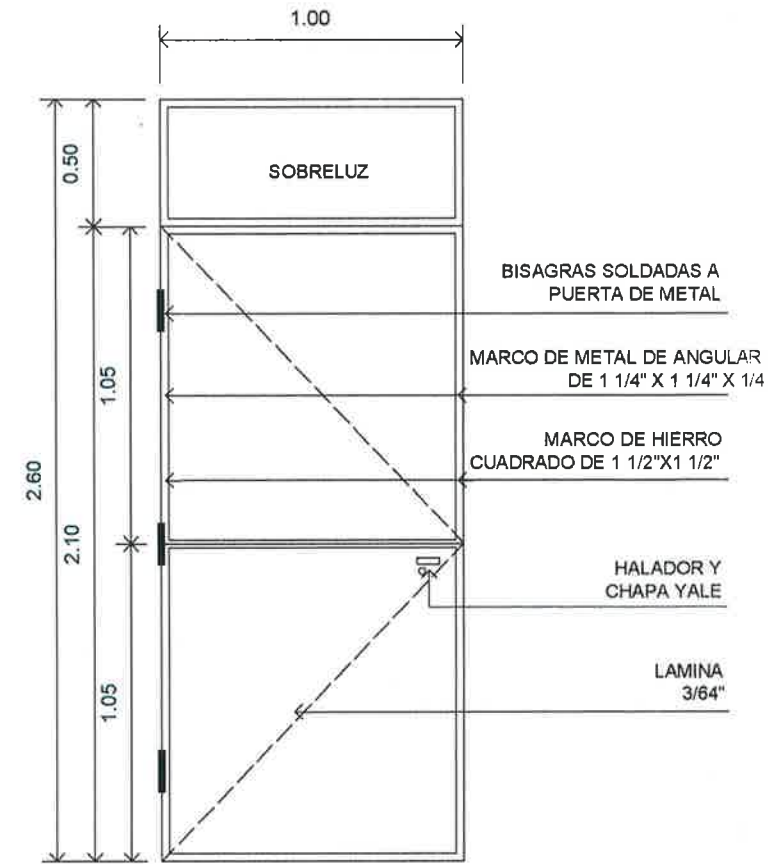
# PLANILLA DE VENTANAS

## PRIMER NIVEL

| TIPO VENTANA | ANCHO | SILLAR | DINTEL | ALTURA | CANTIDAD | MATERIAL                                 |
|--------------|-------|--------|--------|--------|----------|--|
| V-1          | 1.60  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 1        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-2          | 1.60  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 10       | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-3          | 1.32  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 2        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-4          | 1.78  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 1        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-5          | 1.32  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 1        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-6          | 1.42  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 1        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-7          | 1.17  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 2        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-8          | 0.80  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 1        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |

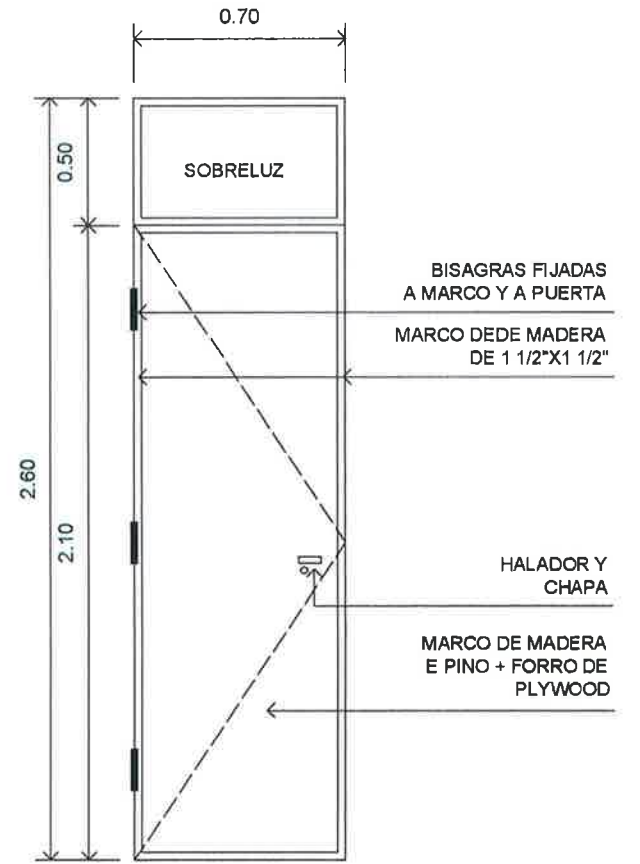
## SEGUNDO NIVEL

| TIPO VENTANA | ANCHO | SILLAR | DINTEL | ALTURA | CANTIDAD | MATERIAL                                 |
|--------------|-------|--------|--------|--------|----------|--|
| V-1          | 1.60  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 1        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-2          | 1.60  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 10       | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-3          | 1.32  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 2        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-4          | 1.78  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 1        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-5          | 1.32  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 1        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-6          | 1.42  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 1        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-7          | 1.17  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 2        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |
| V-8          | 0.80  | 1.20   | 2.60   | 1.40   | 1        | VENTANA BALCON DE METAL + VIDRIO DE 5 mm |



DETALLE DE PUERTA P-2

ESCALA 1:25



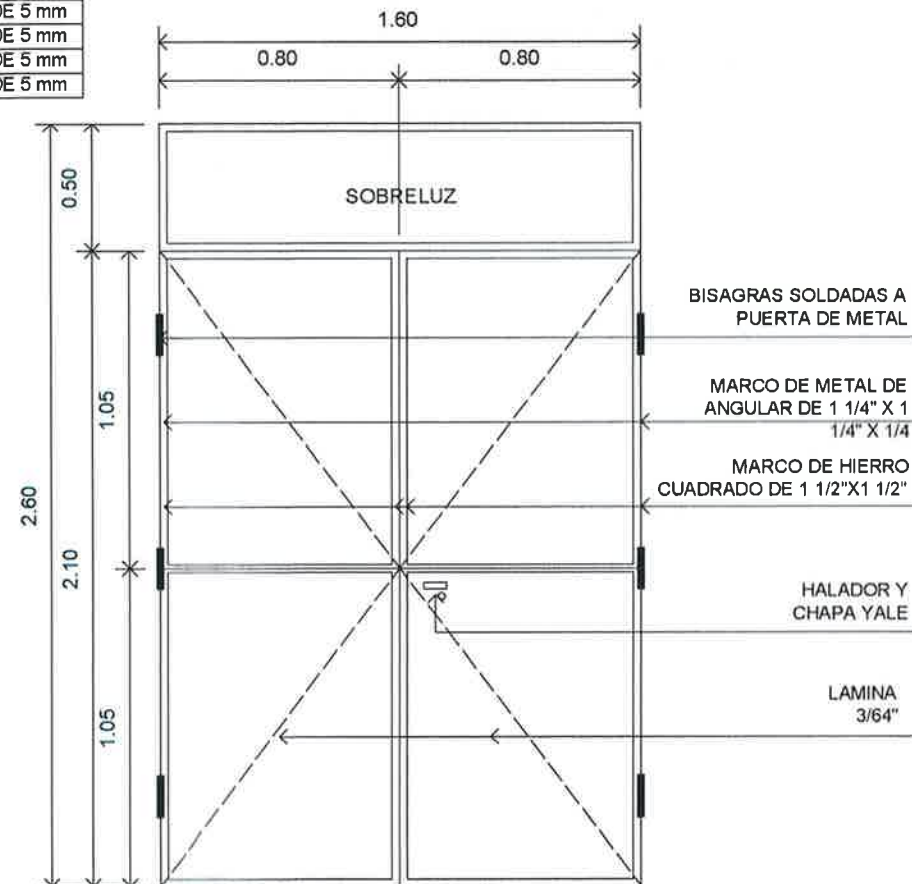
DETALLE DE PUERTA P-3

ESCALA 1:25



DETALLE DE PUERTA P-5

ESCALA 1:25



DETALLE DE PUERTA P-4

ESCALA 1:25

### NOTA:

SE APLICARAN 3 MANOS DE PINTURA, 1 MANO DE FONDO DE CUALQUIER COLOR Y DOS MANOS DE COLOR ROJO OXIDO.

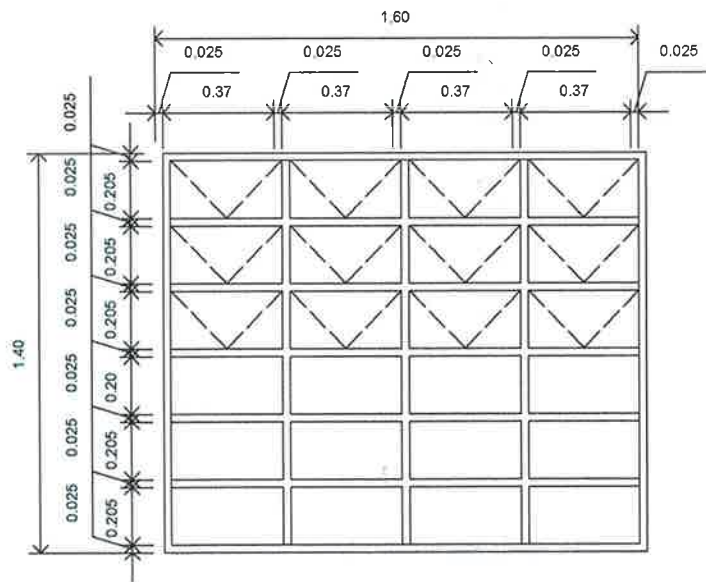


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

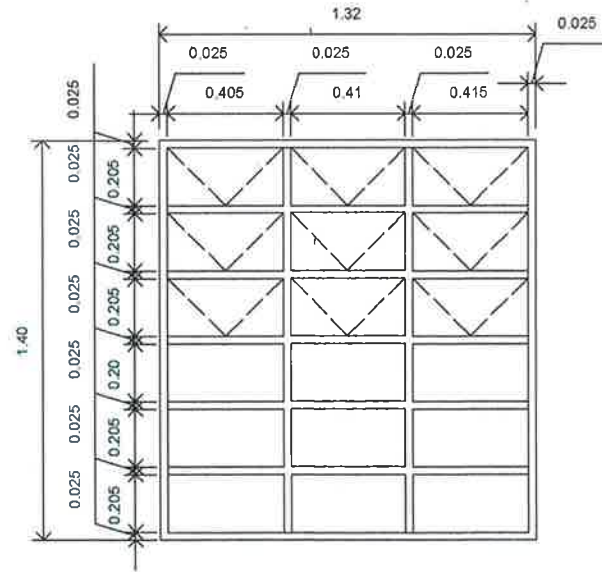
PROYECTO: CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA

PROYECTO: DETALLES DE PUERTAS Y VENTANAS

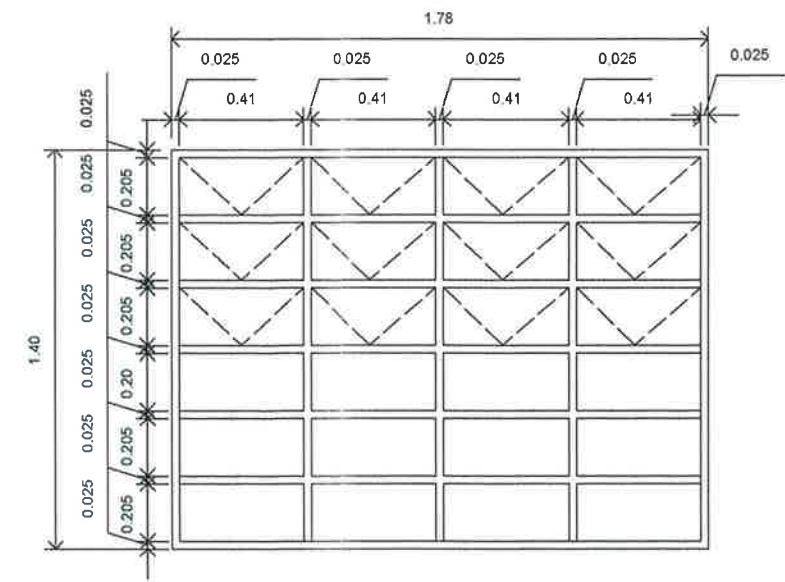
| DISEÑO:                 | CALCULO:                | ESCALA:   |
|-------------------------|-------------------------|---|
| ESTUARDO CANO           | ESTUARDO CANO           | INDICADA  |
| ASESOR:                 | DIBUJO:                 | FECHA:  |
| CHRISTA CLARON DE PINTO | ESTUARDO CANO           | MARZO 2,011   |
| Vo.Bo.                  | CHRISTA CLARON DE PINTO | ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS<br>Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS |



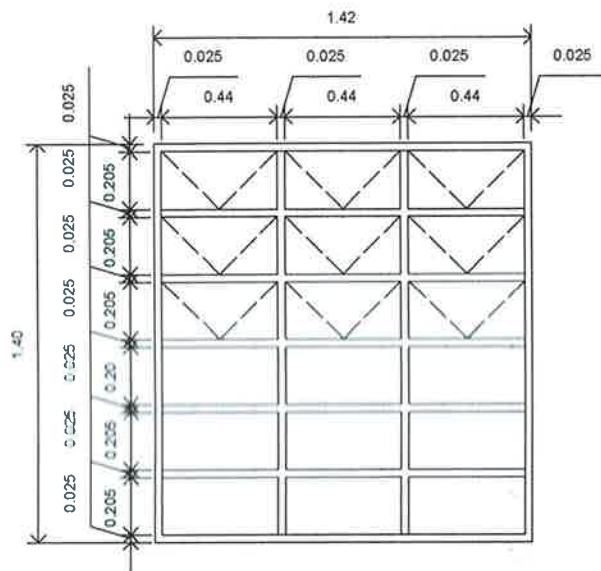
**DETALLE DE VENTANA V-1 Y V-2**  
ESCALA 1:25



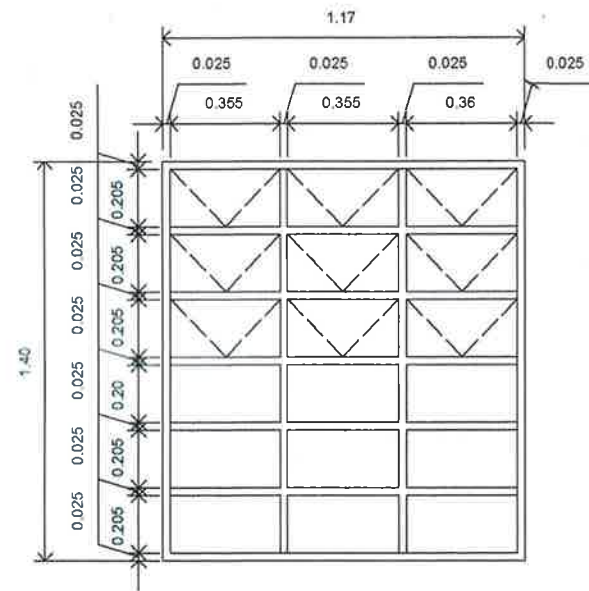
**DETALLE DE VENTANA V-3 Y V-5**  
ESCALA 1:25



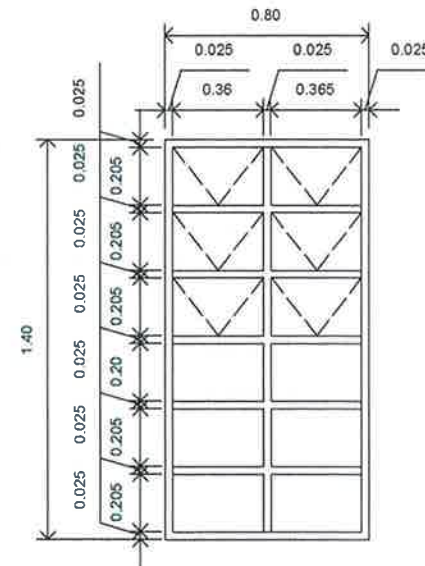
**DETALLE DE VENTANA V-4**  
ESCALA 1:25



**DETALLE DE VENTANA V-6**  
ESCALA 1:25



**DETALLE DE VENTANA V-7**  
ESCALA 1:25



**DETALLE DE VENTANA V-8**  
ESCALA 1:25

**NOTA:**

- PARA ELBORACION DE LA VENTANA SE USARA ANGULAR "T" DE 2"x2".
- SE APLICARAN 3 MANOS DE PINTURA, 1 MANO DE FONDO DE CUALQUIER COLOR Y DOS MANOS DE COLOR ROJO OXIDO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE CASILLAS, SANTA ROSA

|           |   |
|-----------|---|
| PROYECTO: | CONSTRUCCION DEL INSTITUTO DE DOS NIVELES DE EDUCACION BASICA, MUNICIPIO DE CASILLAS DEPARTAMENTO DE SANTA ROSA |
| PROYECTO: | DETALLES DE PUERTAS Y VENTANAS  |

|         |   |          |               |         |            |
|---------|---|----------|---------------|---------|------------|
| DISEÑO: | ESTUARDO CANO   | CALCULO: | ESTUARDO CANO | ESCALA: | INDICADA   |
| ASESOR: | CHRISTA CLASSON DE PINTO  | DIBUJO:  | ESTUARDO CANO | FECHA:  | MARZO 2014 |
| Vo.Bo.  | <br>ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS<br>Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS<br>CHRISTA CLASSON DE PINTO<br>Facultad de Ingeniería |          |               |         |            |