

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y C.M.**



**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL “EDIFICIO INSTITUTO  
NACIONAL DE ESTADÍSTICAS TARIJA”  
(PROVINCIA CERCADO DEPARTAMENTO DE TARIJA)**

**Por:**

**EDIL ALTAMIRANO MUR**

Proyecto de Grado presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**Gestión 2015**  
**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y C.M.**

**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL “EDIFICIO INSTITUTO  
NACIONAL DE ESTADÍSTICAS TARIJA”  
(PROVINCIA CERCADO DEPARTAMENTO DE TARIJA)**

Por:

**ALTAMIRANO MUR EDIL**

**EN LA ASIGNATURA CIV-502  
PROYECTO DE INGENIERIA CIVIL II**

**Gestión Académica II/S2015**

**TARIJA – BOLIVIA**

-----  
M. Sc. Ing. David Alfredo Zenteno Benítez  
**DOCENTE DE CIV - 502**

-----  
M. Sc. Ing. Álvarez Gozávez Ernesto R.  
**DECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGIA**

-----  
M. Sc. Ing. Silvana S. Paz Ramírez  
**VICEDECANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Y TECNOLOGIA**

**TRIBUNAL:**

-----  
Ing. Gonzalo F. Gandarrillas Martínez

-----  
Ing. Lowrence Daniel Farfán Gómez.

-----  
Ing. Carola Sánchez López

El docente y tribunal evaluador del Proyecto de Ingeniería Civil no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleados en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.



## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado con todo mi amor a mi querida familia, quienes siempre me brindaron cariño, apoyo y comprensión para poder cumplir mis metas en la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme la vida.

A mi familia, por su amor.

A todos los docentes que me brindaron  
sus conocimientos.

A todos aquellos que me acompañaron  
en este camino.

## ÍNDICE

Advertencia	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen del Proyecto	

### **CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO.**

<b>1.1. EL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
<i>1.1.1. Antecedentes</i> .....	<b>1</b>
<i>1.1.2. Planteamiento</i> .....	<b>1</b>
<i>1.1.3. Formulación</i> .....	<b>3</b>
<i>1.1.4. Sistematización</i> .....	<b>3</b>
<b>1.2. OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
<i>1.2.1. Objetivo General</i> .....	<b>4</b>
<i>1.2.2. Objetivos Específicos</i> .....	<b>4</b>
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<i>1.3.1. Académica</i> .....	<b>5</b>
<i>1.3.2. Técnica</i> .....	<b>5</b>
<i>1.3.3. Social</i> .....	<b>5</b>
<b>1.4. ALCANCE DEL PROYECTO</b> .....	<b>5</b>
<b>1.5. ASPECTOS DEFOGRÁFICO</b> .....	<b>6</b>
<i>1.5.1. Población del área de influencia del proyecto</i> .....	<b>6</b>
<b>1.6. LOCALIZACIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>1.7. SERVICIOS BÁSICOS</b> .....	<b>8</b>
<i>1.7.1. Agua potable</i> .....	<b>8</b>
<i>1.7.2. Alcantarillado</i> .....	<b>8</b>
<i>1.7.3. Electricidad</i> .....	<b>8</b>
<i>1.7.4. Modalidad de Recolección y Distribución de Residuos Sólidos</i> .....	<b>8</b>

### **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.**

<b>2.1. GENERALIDADES</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3. ESTUDIO DE SUELOS</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4. DISEÑO ARQUITECTÓNICO</b> .....	<b>10</b>
<b>2.5. IDEALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA</b> .....	<b>10</b>
<i>2.5.1. Azotea</i> .....	<b>10</b>
<i>2.5.2. Sustentación de la Edificación</i> .....	<b>11</b>
<i>2.5.3. Fundaciones</i> .....	<b>11</b>

<b>2.6. HORMIGÓN ARMADO</b> .....	<b>11</b>
<b>2.6.1. Hormigones</b> .....	<b>11</b>
2.6.1.1. <i>Propiedades del hormigón</i> .....	<b>12</b>
<b>2.6.2. Aceros</b> .....	<b>13</b>
2.6.2.1. <i>Generalidades</i> .....	<b>13</b>
2.6.2.2. <i>Características geométricas</i> .....	<b>13</b>
2.6.2.3. <i>Características mecánicas</i> .....	<b>13</b>
<b>2.6.3. Adherencia entre hormigón y acero</b> .....	<b>14</b>
<b>2.6.4. Disposición de armadura</b> .....	<b>14</b>
2.6.4.1. <i>Generalidades</i> .....	<b>14</b>
2.6.4.2. <i>Distancia entre barras</i> .....	<b>15</b>
2.6.4.3. <i>Distancia entre paramentos</i> .....	<b>15</b>
2.6.4.4. <i>Doblado de armaduras</i> .....	<b>16</b>
2.6.4.5. <i>Anclaje de las armaduras</i> .....	<b>16</b>
2.6.4.6. <i>Empalme de armaduras</i> .....	<b>17</b>
<b>2.7. DISEÑO ESTRUCTURAL</b> .....	<b>17</b>
<b>2.7.1. Modelo de Cálculo de Estructuras de H° A°</b> .....	<b>17</b>
<b>2.7.2. Coeficientes de Minoración de Resistencia de Materiales y Mayoración de Cargas</b> .....	<b>19</b>
<b>2.7.3. Hipótesis de Carga</b> .....	<b>20</b>
<b>2.7.4. Cargas Para el Cálculo de Edificios</b> .....	<b>21</b>
2.7.4.1. <i>Cargas permanentes</i> .....	<b>21</b>
2.7.4.2. <i>Cargas accidentales</i> .....	<b>22</b>
<b>2.7.5. Losas con Viguetas de Hormigón Pretensado</b> .....	<b>22</b>
<b>2.7.6. Losa Nervada</b> .....	<b>22</b>
2.7.6.1. <i>Condiciones geométricas de la losa nervada</i> .....	<b>23</b>
2.7.6.2. <i>Dimensionamiento de la sección del nervio T o L</i> .....	<b>23</b>
2.7.6.3. <i>Viga T aislada</i> .....	<b>23</b>
2.7.6.4. <i>Armadura mínima</i> .....	<b>25</b>
2.7.6.5. <i>Armadura de reparto por temperatura y retracción de fraguado</i> .....	<b>25</b>
2.7.6.6. <i>Comprobación de flechas en losas casetonadas</i> .....	<b>25</b>
2.7.6.7. <i>Tablas Para el Diseño de Losas Nervadas Rectangulares Sustentadas Perimetralmente en Vigas</i> .....	<b>26</b>
2.7.6.8. <i>Ábaco en losas casetonadas</i> .....	<b>26</b>
2.7.6.9. <i>Verificación de la resistencia a cortante</i> .....	<b>27</b>
<b>2.7.7. Vigas</b> .....	<b>27</b>
2.7.7.1. <i>Diseño a flexión</i> .....	<b>28</b>
2.7.7.2. <i>Diseño a corte</i> .....	<b>30</b>

<b>2.7.8. Columnas</b> .....	<b>31</b>
2.7.8.1. <i>Excentricidad mínima de cálculo</i> .....	<b>32</b>
2.7.8.2. <i>Disposición relativa de armaduras</i> .....	<b>32</b>
2.7.8.3. <i>Pandeo de piezas comprimidas de hormigón armado</i> .....	<b>35</b>
2.7.8.4. <i>Flexión esviada</i> .....	<b>36</b>
<b>2.7.9. Fundaciones</b> .....	<b>40</b>
2.7.9.1. <i>Zapatas aisladas</i> .....	<b>40</b>
2.7.9.2. <i>Zapatas rígidas (<math>v \leq 2h</math>, en ambas direcciones)</i> .....	<b>44</b>
2.7.9.3. <i>Zapatas flexibles (<math>v &gt; 2h</math>, en alguna dirección principal)</i> .....	<b>44</b>
2.7.9.4. <i>Comprobación de adherencia</i> .....	<b>45</b>
<b>2.7.10. Estructuras Complementarias</b> .....	<b>46</b>
2.7.10.1. <i>Definición</i> .....	<b>46</b>
2.7.10.2. <i>Cálculo de la escalera</i> .....	<b>46</b>
<b>2.7.11. Presupuesto del Proyecto</b> .....	<b>47</b>
<b>2.7.12. Cronograma de Ejecución del Proyecto</b> .....	<b>47</b>

## **CAPÍTULO 3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.**

<b>3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b> .....	<b>48</b>
<b>3.2. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE SUELOS</b> .....	<b>48</b>
3.2.1. <i>Fase N°1: Trabajo en Campo</i> .....	<b>48</b>
3.2.2. <i>Fase N°2: Trabajo de Laboratorio</i> .....	<b>49</b>
3.2.3. <i>Fase N°1: Trabajo de Gabinete</i> .....	<b>50</b>
<b>3.3. CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO</b> .....	<b>50</b>
<b>3.4. PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL</b> .....	<b>51</b>
3.4.1. <i>Modelo Estructural</i> .....	<b>51</b>
3.4.2. <i>Modelo de las Estructuras Complementarias</i> .....	<b>51</b>
3.4.3. <i>Modelo de las Fundaciones</i> .....	<b>52</b>
<b>3.5. DATOS DEL PROYECTO</b> .....	<b>52</b>
3.5.1. <i>Normativa</i> .....	<b>52</b>
3.5.2. <i>Materiales</i> .....	<b>53</b>
3.5.2.1. <i>Hormigón</i> .....	<b>53</b>
3.5.2.2. <i>Acero de refuerzo</i> .....	<b>53</b>
3.5.3. <i>Cargas Consideradas en el Diseño</i> .....	<b>54</b>
<b>3.6. ANÁLISIS, CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL</b> .....	<b>54</b>
3.6.1. <i>Estructura de Sustentación de la Edificación</i> .....	<b>54</b>
3.6.1.1. <i>Losa unidireccional</i> .....	<b>54</b>
3.6.1.2. <i>Losa reticular</i> .....	<b>55</b>
3.6.1.3. <i>Diseño estructural de vigas</i> .....	<b>62</b>
3.6.1.4. <i>Diseño estructural de columnas</i> .....	<b>69</b>

3.6.1.5. <i>Diseño estructural de fundaciones</i> .....	74
3.6.2. <i>Estructuras complementarias</i> .....	81
3.6.2.1. <i>Diseño estructural de escaleras</i> .....	81
3.6.3. <i>Especificaciones Técnicas</i> .....	89
3.6.4. <i>Presupuesto del Proyecto</i> .....	89

#### **CAPÍTULO 4. ESTUDIO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN.**

4.1. <b>MARCO CONCEPTUAL</b> .....	92
4.2. <b>SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN</b> .....	92
4.2.1. <i>Impermeabilización Acrílica</i> .....	92
4.2.1.1. <i>Generalidades</i> .....	93
4.2.1.2. <i>Especificaciones técnicas</i> .....	94
4.2.2. <i>Impermeabilización con Membrana Asfáltica</i> .....	96
4.2.2.1. <i>Generalidades</i> .....	96
4.2.2.2. <i>Especificaciones técnicas</i> .....	97
4.2.3. <b>Impermeabilización con Revestimiento Cerámico</b> .....	100
4.2.3.1. <i>Generalidades</i> .....	100
4.2.3.2. <i>Especificaciones técnicas</i> .....	101
4.3. <b>PRESUPUESTO</b> .....	103

#### **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

5.1. <b>CONCLUSIONES</b> .....	106
5.2. <b>RECOMENDACIONES</b> .....	109
<b>BIBLIOGRAFÍA:</b> .....	111

#### **ANEXOS**

<b>ANEXO 1 (TABLAS Y ABACOS)</b>	
<b>ANEXO 2 (ESTUDIO DE SUELOS)</b>	
<b>ANEXO 3 (ANÁLISIS DE CARGA)</b>	
<b>ANEXO 4 (ESPECIFICACIONES TÉCNICAS)</b>	
<b>ANEXO 5 (PRECISOS UNITARIOS)</b>	
<b>ANEXO 6 (CÓMPUTOS MÉTRICOS)</b>	
<b>ANEXO 7 (PRESUPUESTO GENERAL)</b>	
<b>ANEXO 8 (CRONOGRAMA)</b>	
<b>ANEXO 9 (PLANOS ARQUITECTÓNICOS)</b>	
<b>ANEXO 10 (PLANOS ESTRUCTURALES)</b>	

