

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO DE GRADO**



**“ESTUDIO DE HORMIGONES CAVERNOSOS”**

**Por:**

**ADRIANA MENDEZ AREVALO**

Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para obtener el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

**JULIO DE 2014**

**TARIJA – BOLIVIA**

**DEDICATORIA:**

A mis padres por ayudarme a cumplir una de las fases más importantes de mi vida.

**AGRADECIMIENTO:**

A Dios, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional y a todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron en la realización del presente trabajo.

"Siempre que te pregunten si puedes hacer un trabajo, contesta que sí y ponte enseguida a aprender cómo se hace."

*Franklin Delano Roosevelt*

## ÍNDICE

Advertencia
Dedicatoria
Agradecimiento
Pensamiento
Resumen ejecutivo

### **CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN**

	Página
1.1 El Problema	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Planteamiento	1
1.1.3 Sistematización	2
1.2 Objetivos	5
1.2.1 General	5
1.2.2 Específicos	5
1.3 Justificación	5
1.3.1 Teórica	5
1.3.2 Metodológica	6
1.3.3 Práctica	6
1.4 Tipo de investigación	6
1.5 Alcance del estudio	6
1.5.1 Planteamiento de hipótesis	7
1.5.2 Restricciones del estudio	7

### **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

2.1 Definición de hormigón	8
2.2 Clasificación por peso	8
2.3 Hormigones livianos	9

	Página
2.4 Hormigones cavernosos	10
2.4.1 Consideraciones generales	10
2.4.2 Elementos constituyentes	10
2.4.2.1 Cemento	10
2.4.2.1.1 Tipo de cemento a ser utilizado	16
2.4.2.2 Agua	17
2.4.2.2.1 Agua de amasado	18
2.4.2.2.2 Agua de curado	19
2.4.2.3 Agregados	19
2.4.2.3.1 Generalidades	19
2.4.2.3.2 Agregado grueso	19
2.4.2.3.3 Agregado fino	19
2.4.2.3.4 Características físicas de los agregados	20
2.4.2.3.5 Características mecánicas de los agregados	23
2.5 Propiedades del hormigón	24
2.5.1 Propiedades del hormigón fresco	24
2.5.1.1 Consistencia	24
2.5.1.2 Trabajabilidad	25
2.5.1.3 Homogeneidad	26
2.5.1.4 Masa específica	26
2.5.2 Propiedades del hormigón endurecido	26
2.5.2.1 Peso específico	27
2.5.2.2 Compacidad	27
2.5.2.3 Absorción	28
2.5.3 Propiedades térmicas	28
2.5.4 Retracción	29
2.6 Características mecánicas del hormigón	30
2.6.1 Resistencia a compresión	30
2.6.2 Resistencia a tracción por flexión	30

### **CAPÍTULO III DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

	Página
3.1 Preparación y caracterización de materiales que conforman la mezcla	31
3.1.1 Preparación de materiales	31
3.1.2 Caracterización de agregados	31
3.1.2.1 Granulometría y módulo de finura de agregado grueso	31
3.1.2.1.1 Equipo	31
3.1.2.1.2 Muestra	31
3.1.2.1.3 Procedimiento	31
3.1.2.1.4 Cálculos	32
3.1.2.2 Peso específico y absorción de agregado grueso	34
3.1.2.2.1 Equipo	34
3.1.2.2.2 Muestra	34
3.1.2.2.3 Procedimiento	34
3.1.2.2.4 Cálculos	34
3.1.2.3 Peso unitario del agregado grueso	35
3.1.2.3.1 Equipo	35
3.1.2.3.2 Muestra	36
3.1.2.3.3 Procedimiento	36
3.1.2.3.4 Cálculos	36
3.1.2.4 Granulometría y módulo de finura de agregado fino	36
3.1.2.4.1 Equipo	36
3.1.2.4.2 Muestra	36
3.1.2.4.3 Procedimiento	37
3.1.2.4.4 Cálculos	37
3.1.2.5 Peso específico y absorción de agregado fino	38
3.1.2.5.1 Equipo	38
3.1.2.5.2 Muestra	38
3.1.2.5.3 Procedimiento	38
3.1.2.5.4 Cálculos	39

	Página
3.1.2.6 Peso unitario del agregado fino	40
3.1.2.6.1 Equipo	40
3.1.2.6.2 Muestra	40
3.1.2.6.3 Procedimiento	40
3.1.2.6.4 Cálculos	40
3.2 Metodología y procedimientos para la investigación	41
3.3 Dosificación de mezcla según ACI-211	41
3.4 Curado de probetas	47
3.5 Ensayos de rotura de probetas	48

## **CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

4.1 Resultados obtenidos	49
4.1.1 Resultados del ensayo resistencia a compresión	49
4.1.2 Resultados de peso específico	51
4.2 Determinación de curvas	54
4.2.1 Porcentaje de finos vs. Peso específico	54
4.2.2 Porcentaje de finos vs. Resistencia a compresión	56
4.2.3 Peso específico vs. Resistencia a compresión	58
4.3 Análisis de resultados de variables en estudio	60
4.4 Contrastación de hipótesis	61
4.5 Conclusiones	62
4.6 Recomendaciones	65
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>67</b>
<b>ANEXOS</b>	
Anexo I: Imágenes	68
Anexo II: Caracterización de agregados	90
Anexo III: Dosificación de mezclas	102
Anexo IV: Tablas de rotura	156
Anexo V: Precios unitarios	160