

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y**  
**AGRIMENSURA**



**“VARIACIÓN DE LOS NIVELES DE LA RASANTE POR FALTA O  
EXCESO DE AGUA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN  
PAVIMENTO RÍGIDO - LAMPA”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**JORGE LUIS TORRES HUMIRE**  
**EDWIN MAMANI RODRIGO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

**PROMOCIÓN: 2013-II 2008-II**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y  
AGRIMENSURA

TESIS

“VARIACIÓN DE LOS NIVELES DE LA RASANTE POR FALTA O EXCESO  
DE AGUA EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO  
- LAMPA”

PRESENTADA POR:  
JORGE LUIS TORRES HUMIRE  
EDWIN MAMANI RODRIGO



PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 01 DE AGOSTO DEL 2017  
APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

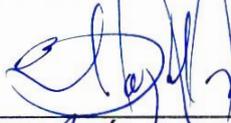
PRESIDENTE:

  
M. Sc. LUIS ALBERTO MAMANI HUANCA

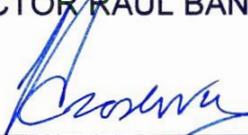
PRIMER MIEMBRO:

  
Ing. ÁNGEL ABRAHAM FRANCO PINEDA

SEGUNDO MIEMBRO:

  
Ing. VÍCTOR RAÚL BANEGAS LAYME

DIRECTOR / ASESOR:

  
M. Sc. JORGE LUIS AROSTE VILLA

PUNO – PERÚ

2017

ÁREA: Ciencias Sociales

TEMA: Gestión y gerencia de vías

## DEDICATORIA

**A Dios:** Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

**A mi Madre:** Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor.

**A mi Padre:** Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan, que me ha inculcado y mostrado siempre valores para salir adelante y sobre todo por su amor.

**JORGE LUIS TORRES HUMIRE**

Esta Tesis la dedico en memoria a mi querida Madre Olimpia, así mismo a mi Padre Francisco que son la razón de mi superación permanente y aliento para seguir adelante, a quienes agradeceré toda la vida por su ejemplo de trabajo, apoyo permanente, abnegado sacrificio, y continuos consejos que me brindaron durante mi formación profesional, a mi querido hijo Yosué, a mis hermanos Luz Marina, Pablo Cesar, Nelson, Henry Mark y Doris a quienes siempre los tendré presente por su permanente fortaleza, vigor y voluntad, actitudes que siempre recordare

**EDWIN MAMANI RODRIGO**

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO alma mater de la región Puno por brindarnos la oportunidad de estudiar, en tan prestigiosa casa superior de estudios, a la Facultad de Ciencias Agrarias y a su Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura quien nos acogió en sus aulas durante nuestra permanencia en estudios.

Agradecemos a la Sub Gerencia de Infraestructura de la Municipalidad Provincial de Lampa, por brindarnos todas las facilidades en la realización del presente trabajo de investigación.

Agradecemos a los docentes de la Escuela Profesional de INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y AGRIMENSURA de la Universidad Nacional del Altiplano, por transmitirnos sus conocimientos y sus enseñanzas durante los años de nuestra formación profesional.

## ÍNDICE

Pág.

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
RESUMEN .....	15
ABSTRACT .....	16
I. INTRODUCCIÓN .....	17
1.1 JUSTIFICACIÓN .....	17
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.2.1 Objetivo General: .....	20
1.2.2 Objetivo Específicos:.....	20
1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	21
2.1 MARCO TEÓRICO .....	21
2.1.1 Altimetría o Nivelación .....	21
2.1.2 Métodos de Nivelación.....	22
2.1.3 Métodos de Nivelación Diferencial o Geométrica .....	24
2.1.4 Concreto .....	26
2.1.5 Los Componentes del Concreto .....	27
2.1.6 Características del Concreto Fresco .....	29
2.1.7 Estructura del pavimento .....	30
2.1.8 Pavimentos.....	30
2.1.9 Pavimento Rígido.....	31
2.1.10 Ventajas del Pavimento Rígido.....	32
2.1.11 Deterioros Frecuentes Pavimento Rígido.....	33
2.1.12 Clasificación de las fisuras por su origen y momento de aparición .....	33
2.1.13 Causas de la Fisuración.....	34
2.2 ANTECEDENTES .....	37
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	39
3.1 Materiales.....	39
3.1.1 El Cemento.....	39

3.1.2	Los Agregados .....	40
3.1.3	El Agua .....	40
3.2	Población, Muestra y Significancia .....	41
3.2.1	Población .....	41
3.2.2	El tamaño de la muestra .....	41
3.2.3	Error Muestra según el Nivel de Confianza .....	41
3.3	Técnicas de Observación .....	41
3.3.1	Los instrumentos de observancia empleados .....	41
3.3.2	Los Procedimientos seguidos en la investigación .....	42
3.4	El análisis de los datos .....	42
3.4.1	ANOVA .....	43
3.4.2	Prueba de Tukey .....	44
3.4.3	Prueba de Dunnett .....	45
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	46
4.1	Determinar la altura del asentamiento de los niveles de la rasante .....	46
4.1.1	Análisis estadístico de la Losa 1 (0.00) Primera Prueba .....	46
4.1.2	Análisis estadístico de la Losa 1 (0.05) Segunda Prueba.....	50
4.1.3	Análisis estadístico de la Losa 1 (0.10) Tercera Prueba.....	54
4.1.4	Análisis estadístico de la Losa 1 (0.15) Cuarta Prueba .....	58
4.1.5	Análisis estadístico de la Losa 2 (0.00) Primera Prueba .....	62
4.1.6	Análisis estadístico de la Losa 2 (0.05) Segunda Prueba.....	66
4.1.7	Análisis estadístico de la Losa 2 (0.10) Tercera Prueba.....	70
4.1.8	Análisis estadístico de la Losa 2 (0.15) Cuarta Prueba .....	74
4.1.9	Análisis estadístico de la Losa 3 (0.00) Primera Prueba .....	78
4.1.10	Análisis estadístico de la Losa 3 (0.05) Segunda Prueba.....	82
4.1.11	Análisis estadístico de la Losa 3 (0.10) Tercera Prueba.....	86
4.1.12	Análisis estadístico de la Losa 3 (0.15) Cuarta Prueba .....	90
4.1.13	Resultado de las alturas de la Losa 1.....	94
4.1.14	Resultado de las alturas de la Losa 2.....	95
4.1.15	Resultado de las alturas de la Losa 3.....	95
4.2	Determinar la longitud de la falla por contracción de un concreto.....	96
4.2.1	Análisis estadístico de las Fisuras de la Losa .....	96
4.2.2	Resumen de la longitud de las Fisuras de la Losa.....	100
4.3	Determinar resistencia a la compresión del concreto .....	100
4.3.1	Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a los 3 días ....	100

4.3.2	Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a los 7 días	104
4.3.3	Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a los 14 días ..	109
4.3.4	Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a los 28 días ..	113
4.3.5	Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a los 56 días ..	117
4.3.6	Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a las diferentes edades (3 – 7 – 14 – 28 – 56).....	121
4.3.7	Resumen de la Resistencia a la compresión a las diferentes edades (3 – 7 – 14 – 28 – 56) .....	125
	CONCLUSIONES .....	126
	RECOMENDACIONES.....	127
	REFERENCIAS .....	128
	ANEXOS .....	132
	Anexo 1 Certificado de Calibración de Nivel.....	133
	Anexo 2 Ficha Técnica del Cemento .....	134
	Anexo 3 Libreta de Campo.....	135
	Anexo 4 Certificados de Densidad de Campo .....	148
	Anexo 5 Certificado de Laboratorio Proctor .....	151
	Anexo 6 Certificado de Laboratorio Ensayo CBR .....	152
	Anexo 7 Certificado de Laboratorio Diseño de Mezclas .....	154
	Anexo 8 Rotura de Briquetas .....	159
	Anexo 9 Distribución de Fisher (F) .....	162
	Anexo 10 Distribución de Tukey - Alturas .....	163
	Anexo 11 Distribución de Tukey - Concreto.....	164
	Anexo 12 Prueba de Dunnett - Alturas.....	165
	Anexo 13 Prueba de Dunnett - Concreto .....	166

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Nivelación de L1 (0.00) P1 .....	50
Figura 2 Nivelación L1 (0.05) P2 .....	54
Figura 3 Nivelación L1(0.1) P3 .....	58
Figura 4 Nivelación L1(0.15) P4 .....	62
Figura 5 Nivelación L2(0.00) P1 .....	66
Figura 6 Nivelación L2(0.05) P2 .....	70
Figura 7 Nivelación L2(0.10) P3 .....	74
Figura 8 Nivelación L2(0.15) P4 .....	78
Figura 9 Nivelación L3 (0.00) P1 .....	82
Figura 10 Nivelación L3 (0.05) P2 .....	86
Figura 11 Nivelación L3 (0.10) P3 .....	90
Figura 12 Nivelación L3 (0.15) P4 .....	94
Figura 13 Fisura de la Losa .....	100
Figura 14 Representación de la Resistencia del C° 3d .....	104
Figura 15 Representación de la Resistencia del C° 7d .....	108
Figura 16 Representación de la Resistencia del C° 3d .....	113
Figura 17 Representación de la Resistencia del C° 28d .....	117
Figura 18 Representación de la Resistencia del C° 56d .....	121
Figura 19 Representación de la Resistencia del Concreto .....	125

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L1(0.00) P1 .....	46
Tabla 2 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L1(0.00) P1 .....	46
Tabla 3 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L1(0.00) P1 .....	47
Tabla 4 Análisis de la Varianza L1(0.00) P1 .....	47
Tabla 5 Prueba de Tukey L1(0.00) P1 .....	48
Tabla 6 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L1(0.00) P1 .....	48
Tabla 7 Prueba de Dunnett L1(0.00) P1 .....	49
Tabla 8 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L1(0.00) P1 .....	49
Tabla 9 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L1(0.05) P2 .....	50
Tabla 10 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L1(0.05) P2.....	51
Tabla 11 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L1(0.05) P2.....	51
Tabla 12 Análisis de la Varianza L1(0.05) P2.....	51
Tabla 13 Prueba de Tukey L1(0.05) P2 .....	52
Tabla 14 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L1(0.05) P2.....	52
Tabla 15 Prueba de Dunnett L1(0.05) P2 .....	53
Tabla 16 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L1(0.05) P2.....	53
Tabla 17 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L1(0.1) P3 .....	54
Tabla 18 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L1(0.1) P3.....	55
Tabla 19 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L1(0.1) P3.....	55
Tabla 20 Análisis de la Varianza L1(0.1) P3.....	55
Tabla 21 Prueba de Tukey L1(0.1) P3 .....	56
Tabla 22 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L1(0.1) P3.....	56
Tabla 23 Prueba de Dunnett L1(0.1) P3 .....	57
Tabla 24 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L1(0.1) P3.....	57
Tabla 25 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L1(0.15) P4 .....	58
Tabla 26 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L1(0.15) P4.....	59
Tabla 27 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L1(0.15) P4.....	59
Tabla 28 Análisis de la Varianza L1(0.15) P4.....	59
Tabla 29 Prueba de Tukey L1(0.15) P4 .....	60
Tabla 30 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L1(0.15) P4.....	60
Tabla 31 Prueba de Dunnett L1(0.15) P4 .....	61
Tabla 32 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L1(0.15) P4.....	61
Tabla 33 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L2(0.00) P1 .....	62
Tabla 34 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L2(0.00) P1.....	63
Tabla 35 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L2(0.00) P1.....	63

Tabla 36 Análisis de la Varianza L2(0.00) P1 .....	63
Tabla 37 Prueba de Tukey L2(0.00) P1 .....	64
Tabla 38 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L2(0.00) P1 .....	64
Tabla 39 Prueba de Dunnett L2(0.00) P1 .....	65
Tabla 40 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L2(0.00) P1 .....	65
Tabla 41 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L2(0.05) P2 .....	66
Tabla 42 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L2(0.05) P2.....	67
Tabla 43 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L2(0.05) P2.....	67
Tabla 44 Análisis de la Varianza L2(0.05) P2 .....	67
Tabla 45 Prueba de Tukey L2(0.05) P2 .....	68
Tabla 46 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L2(0.05) P2.....	68
Tabla 47 Prueba de Dunnett L2(0.05) P2 .....	69
Tabla 48 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L2(0.05) P2.....	69
Tabla 49 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L2(0.10) P3 .....	70
Tabla 50 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L2(0.10) P3.....	71
Tabla 51 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L2(0.10) P3.....	71
Tabla 52 Análisis de la Varianza L2(0.10) P3.....	71
Tabla 53 Prueba de Tukey L2(0.10) P3 .....	72
Tabla 54 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L2(0.10) P3.....	72
Tabla 55 Prueba de Dunnett L2(0.10) P3 .....	73
Tabla 56 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L2(0.10) P3.....	73
Tabla 57 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L2(0.15) P4 .....	74
Tabla 58 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L2(0.15) P4.....	75
Tabla 59 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L2(0.15) P4.....	75
Tabla 60 Análisis de la Varianza L2(0.15) P4.....	75
Tabla 61 Prueba de Tukey L2(0.15) P4 .....	76
Tabla 62 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L2(0.15) P4.....	76
Tabla 63 Prueba de Dunnett L2(0.15) P4 .....	77
Tabla 64 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L2(0.15) P4.....	77
Tabla 65 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L3 (0.00) P1 .....	78
Tabla 66 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L3 (0.00) P1 .....	79
Tabla 67 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L3 (0.00) P1 .....	79
Tabla 68 Análisis de la Varianza L3 (0.00) P1 .....	79
Tabla 69 Prueba de Tukey L3 (0.00) P1 .....	80
Tabla 70 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L3 (0.00) P1.....	80
Tabla 71 Prueba de Dunnett L3 (0.00) P1 .....	81
Tabla 72 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L3 (0.00) P1 .....	81

Tabla 73 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L3 (0.05) P2 .....	82
Tabla 74 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L3 (0.05) P2.....	83
Tabla 75 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L3 (0.05) P2 .....	83
Tabla 76 Análisis de la Varianza L3 (0.05) P2.....	83
Tabla 77 Prueba de Tukey L3 (0.05) P2 .....	84
Tabla 78 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L3 (0.05) P2.....	84
Tabla 79 Prueba de Dunnett L3 (0.05) P2 .....	85
Tabla 80 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L3 (0.05) P2.....	85
Tabla 81 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L3 (0.10) P3 .....	86
Tabla 82 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L3 (0.10) P3.....	87
Tabla 83 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L3 (0.10) P3 .....	87
Tabla 84 Análisis de la Varianza L3 (0.10) P3.....	87
Tabla 85 Prueba de Tukey L3 (0.10) P3 .....	88
Tabla 86 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L3 (0.10) P3.....	88
Tabla 87 Prueba de Dunnett L3 (0.10) P3 .....	89
Tabla 88 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L3 (0.10) P3.....	89
Tabla 89 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L3 (0.15) P4 .....	90
Tabla 90 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) L3 (0.15) P4.....	91
Tabla 91 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L3 (0.15) P4 .....	91
Tabla 92 Análisis de la Varianza L3 (0.15) P4.....	91
Tabla 93 Prueba de Tukey L3 (0.15) P4 .....	92
Tabla 94 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L3 (0.15) P4.....	92
Tabla 95 Prueba de Dunnett L3 (0.15) P4 .....	93
Tabla 96 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L3 (0.15) P4 .....	93
Tabla 97 Diferencia de Alturas Losa 1 .....	94
Tabla 98 Resumen de Alturas Losa 1 .....	94
Tabla 99 Diferencia de Alturas Losa 2 .....	95
Tabla 100 Resumen de Alturas Losa 2.....	95
Tabla 101 Diferencia de Alturas Losa 3 .....	95
Tabla 102 Resumen de Alturas Losa 3.....	96
Tabla 103 Resumen: n, sumas, promedio y varianza Fisura de la Losa .....	96
Tabla 104 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Fisura de la Losa.....	97
Tabla 105 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Fisura de la Losa .....	97
Tabla 106 Análisis de la Varianza Fisura de la Losa.....	97
Tabla 107 Prueba de Tukey Fisura de la Losa .....	98
Tabla 108 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Fisura de la Losa.....	98
Tabla 109 Prueba de Dunnett Fisura de la Losa .....	99

Tabla 110 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Fisura de la Losa .....	99
Tabla 111 Fisuras de las Losas.....	100
Tabla 112 Resumen del Promedio Fisuras de las Losas .....	100
Tabla 113 Resumen: n, sumas, promedio y varianza Resistencia del C° 3d .....	101
Tabla 114 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Resistencia del C° 3d.....	101
Tabla 115 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Resistencia del C° 3d .....	101
Tabla 116 Análisis de la Varianza Resistencia del C° 3d .....	102
Tabla 117 Prueba de Tukey Resistencia del C° 3d .....	102
Tabla 118 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del C° 3d.....	103
Tabla 119 Prueba de Dunnett Resistencia del C° 3d .....	103
Tabla 120 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del C° 3d .....	104
Tabla 121 Resumen: n, sumas, promedio y varianza Resistencia del C° 7d .....	105
Tabla 122 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Resistencia del C° 7d.....	105
Tabla 123 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Resistencia del C° 7d .....	105
Tabla 124 Análisis de la Varianza Resistencia del C° 7d.....	106
Tabla 125 Prueba de Tukey Resistencia del C° 7d .....	106
Tabla 126 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del C° 7d.....	107
Tabla 127 Prueba de Dunnett Resistencia del C° 7d .....	107
Tabla 128 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del C° 7d .....	108
Tabla 129 Resumen: n, sumas, promedio y varianza Resistencia del C° 14d .....	109
Tabla 130 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Resistencia del C° 14d.....	109
Tabla 131 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Resistencia del C° 14d .....	110
Tabla 132 Análisis de la Varianza Resistencia del C° 14d.....	110
Tabla 133 Prueba de Tukey Resistencia del C° 14d.....	111
Tabla 134 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del C° 14d.....	111
Tabla 135 Prueba de Dunnett Resistencia del C° 14d .....	112
Tabla 136 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del C° 14d...	112
Tabla 137 Resumen: n, sumas, promedio y varianza Resistencia del C° 28d .....	113
Tabla 138 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Resistencia del C° 28d.....	114
Tabla 139 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Resistencia del C° 28d .....	114
Tabla 140 Análisis de la Varianza Resistencia del C° 28d.....	114
Tabla 141 Prueba de Tukey Resistencia del C° 28d.....	115
Tabla 142 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del C° 28d.....	115

Tabla 143 Prueba de Dunnett Resistencia del C° 28d .....	116
Tabla 144 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del C° 28d ...	116
Tabla 145 Resumen: n, sumas, promedio y varianza Resistencia del C° 56d .....	117
Tabla 146 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Resistencia del C° 56d.....	118
Tabla 147 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Resistencia del C° 56d .....	118
Tabla 148 Análisis de la Varianza Resistencia del C° 56d .....	118
Tabla 149 Prueba de Tukey Resistencia del C° 56d .....	119
Tabla 150 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del C° 56d.....	119
Tabla 151 Prueba de Dunnett Resistencia del C° 56d .....	120
Tabla 152 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del C° 56d...	120
Tabla 153 Resumen: n, sumas, promedio y varianza Resistencia del Concreto.....	121
Tabla 154 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Resistencia del Concreto .	122
Tabla 155 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Resistencia del Concreto.....	122
Tabla 156 Análisis de la Varianza Resistencia del Concreto .....	122
Tabla 157 Prueba de Tukey Resistencia del Concreto .....	123
Tabla 158 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del Concreto ..	123
Tabla 159 Prueba de Dunnett Resistencia del Concreto.....	124
Tabla 160 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del Concreto	124
Tabla 161 Resumen de las Resistencias a la Compresión .....	125
Tabla 162 Certificado de Calibración del Nivel de Ingeniero.....	133
Tabla 163 Ficha Técnica del Cemento.....	134
Tabla 164 Nivelación Losa1 (+5% de Agua) P1 .....	135
Tabla 165 Nivelación Losa1 (+5% de Agua) P2 .....	135
Tabla 166 Nivelación Losa1 (+5% de Agua) P3 .....	136
Tabla 167 Nivelación Losa1 (+5% de Agua) P4 .....	136
Tabla 168 Nivelación Losa2 (+5% de Agua) P1 .....	137
Tabla 169 Nivelación Losa2 (+5% de Agua) P2 .....	137
Tabla 170 Nivelación Losa2 (+5% de Agua) P3 .....	138
Tabla 171 Nivelación Losa2 (+5% de Agua) P4 .....	138
Tabla 172 Nivelación Losa3 (+5% de Agua) P1 .....	139
Tabla 173 Nivelación Losa3 (+5% de Agua) P2 .....	139
Tabla 174 Nivelación Losa3 (+5% de Agua) P3 .....	140
Tabla 175 Nivelación Losa3 (+5% de Agua) P4 .....	140
Tabla 176 Nivelación Losa1 (-5% de Agua) P1 .....	141
Tabla 177 Nivelación Losa1 (-5% de Agua) P2 .....	141

Tabla 178 Nivelación Losa1 (-5% de Agua) P3 .....	142
Tabla 179 Nivelación Losa1 (-5% de Agua) P4 .....	142
Tabla 180 Nivelación Losa2 (-5% de Agua) P1 .....	143
Tabla 181 Nivelación Losa2 (-5% de Agua) P2 .....	143
Tabla 182 Nivelación Losa2 (-5% de Agua) P3 .....	144
Tabla 183 Nivelación Losa2 (-5% de Agua) P4 .....	144
Tabla 184 Nivelación Losa3 (-5% de Agua) P1 .....	145
Tabla 185 Nivelación Losa3 (-5% de Agua) P2 .....	146
Tabla 186 Nivelación Losa3 (-5% de Agua) P3 .....	146
Tabla 187 Nivelación Losa3 (-5% de Agua) P4 .....	147
Tabla 188 Densidad de Campo Cuadra 1 .....	148
Tabla 189 Densidad de Campo Cuadra 2 .....	149
Tabla 190 Densidad de Campo Cuadra 3 .....	150
Tabla 191 Ensayo Proctor .....	151
Tabla 192 Ensayo CBR .....	152
Tabla 193 Grafico del Ensayo CBR .....	153
Tabla 194 Estudio de Agregados para el Concreto .....	154
Tabla 195 Certificado de Diseño de Mezclas .....	157
Tabla 195 Rotura de Briquetas .....	159
Tabla 197 Fisher .....	162
Tabla 198 Valores críticos para la prueba de Tukey - Alturas .....	163
Tabla 199 Valores críticos para la prueba de Tukey - Concreto .....	164
Tabla 200 Dunnett - Alturas .....	165
Tabla 201 Dunnett - Concreto .....	166

## RESUMEN

En la ejecución de diferentes proyectos, se han tenido problemas de deformación en el concreto, asentamiento, fallas por contracción y estas han sido originados probablemente por el exceso o falta de agua durante el proceso constructivo, teniendo la siguiente interrogante ¿Qué efectos existen en la variación de los niveles de la rasante por exceso o falta de agua en el proceso constructivo de un pavimento rígido? La presente investigación busca determinar los efectos que tendrá un concreto por la falta o exceso de agua durante su proceso constructivo, cuyos objetivos específicos son: Determinar la altura del asentamiento de un concreto por exceso o falta de agua en el proceso constructivo del pavimento rígido, Determinar la longitud de la fisura por la falla por contracción de un concreto por exceso o falta de agua en un pavimento rígido y Determinar la resistencia a la compresión por contracción de un concreto por exceso de agua. Alcanzando a las siguientes conclusiones: En la **PRIMERA** Se determinó la altura del asentamiento. En la losa 1 del grupo control y el grupo (+5%) de agua tiene una diferencia de -0.021 m., el grupo control y el grupo (-5%) de agua tiene una diferencia de -0.006 m. En la losa 2 del grupo control y el grupo (+5%) de agua tiene una diferencia de -0.020 m., el grupo control y el grupo (-5%) de agua tiene una diferencia de -0.007 m. En la losa 3 del grupo control y el grupo (+5%) de agua tiene una diferencia de -0.020 m., el grupo control y el grupo (-5%) de agua tiene una diferencia de -0.007 m. En la **SEGUNDA** Se determinó la longitud de la falla por contracción de un concreto por exceso o falta de agua en un pavimento rígido, cuyos resultados son en la losa Control se tiene una longitud de 0.057, en la losa (+5%) de agua se tiene una longitud de 1.357, y en la losa (-5%) de agua se tiene una longitud de 0.017. Y en la **TERCERA**: Se determinó resistencia a la compresión del concreto por exceso o falta de agua de un pavimento rígido cuya progresión se muestra en la tabla 161. A los 3 días de edad existe una diferencia de resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> del Grupo Control con el Grupo (+5%) de agua de -13.446, y del Grupo Control con el Grupo (-5%) de agua de +1.68. A los 7 días de edad existe una diferencia de resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> del Grupo Control con el Grupo (+5%) de agua de -14.356, y del Grupo Control con el Grupo (-5%) de agua de +1.878. A los 14 días de edad existe una diferencia de resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> del Grupo Control con el Grupo (+5%) de agua de -17.584, y del Grupo Control con el Grupo (-5%) de agua de +15.897.

**Palabra clave:** Pavimento rígido, asentamiento, falla por contracción

## ABSTRACT

In the execution of different projects, there have been problems of deformation in concrete, settlement, contraction failures and these have probably been originated by the excess or lack of water during the construction process, having the following question: What effects exist in the Variation of the levels of the slope by excess or lack of water in the construction process of a rigid pavement?. The present research seeks to determine the effects that a concrete will have on the lack or excess of water during its construction process, and it has been proposed as Specific Objectives: To determine the height of the settlement of a concrete by excess or lack of water in the construction process of the Hard flooring. Determine the length of the crack by the contraction failure of a concrete due to excess or lack of water on a rigid pavement. Determine the compressive strength by contraction of a concrete by excess of water. Reaching the following conclusions: In the FIRST The height of the settlement was determined. In the slab 1 of the control group and the group (+ 5%) of water has a difference of -0.021 m., The control group and the group (-5%) of water has a difference of - 0.006 m. In the slab 2 of the control group and the group (+ 5%) of water has a difference of -0.020 m., The control group and the group (-5%) of water has a difference of - 0.007 m. In the slab 3 of the control group and the group (+ 5%) of water has a difference of -0.020 m., The control group and the group (-5%) of water has a difference of - 0.007 m. In the SECOND It was determined the length of the contraction failure of a concrete by excess or lack of water in a rigid pavement, whose results are in the Control slab has a length of 0.057, in the slab (+ 5%) of water It has a length of 1,357, and in the slab (-5%) of water has a length of 0.017. And in the THIRD: Compressive strength of the concrete was determined by excess or lack of water of a rigid pavement whose progression is shown in table 161. At 3 days of age there is a difference of resistance to compression in kg / cm<sup>2</sup> Of the Control Group with the Group (+ 5%) of -13,446, and the Control Group with the Group (-5%) of water of +1.68. At 7 days of age there is a difference in compressive strength in kg / cm<sup>2</sup> of the Control Group with the Group (+ 5%) of water of -14.356, and the Control Group with the Group (-5%) of water of +1.878. At 14 days of age there is a difference in compressive strength in kg / cm<sup>2</sup> of the Control Group with the Group (+ 5%) of water of -17,584, and of the Control Group with the Group (-5%) of water of +15.897.

**Keyword:** Rigid flooring, settlement, contraction failure

## CAPITULO I INTRODUCCIÓN

### 1.1 JUSTIFICACIÓN

#### INDUSTRIA DEL CONCRETO

La construcción, se consolida como un referente importante dentro de la economía de un país al incrementar su participación en el PIB. Este desarrollo debe estar acompañado de un continuo avance en la ciencia y la tecnología de los materiales usados en esta industria de la construcción, tales como los agregados pétreos, ladrillos, cemento, concreto, etc, esto con el fin de garantizar su calidad y sostenibilidad (Bedoya Henao, Tobón, Monsalve Valencia, Vanegas Palacio, & Valencia Betancur, 2016), hoy se producen en el mundo más de diez mil millones de toneladas de concreto, es decir, más de una tonelada por habitante/año (Robayo Salazar, Matthey Centeno, Silva Urrego, & Delvasto Arjona, 2014).

En el mundo actual las tecnologías de producción del concreto han alcanzado un alto nivel de desarrollo de su mecanización y automatización, siendo altas consumidoras de energía, agua y otros recursos materiales que tienen una determinante influencia en el medio ambiente (O'Reilly Díaz, Bancrofft Hernández, & Ruiz Gutiérrez, enero/junio, 2010), entonces el concreto elaborado con cemento Pórtland es un material con una historia relativamente reciente. Debido a su consistencia rígida, anteriormente se creía que tenía una larga vida útil; sin embargo, la experiencia ha demostrado que no siempre es así (Hernández Castañeda & Mendoza Escobedo, enero/marzo, 2006). En este mismo sentido, la tecnología del concreto responde con las características de sostenibilidad que potencian al material en un nuevo mercado, mejorar las condiciones medioambientales y ahorrar recursos; esta visión incluye tanto la energía, el agua y los materiales, como los sistemas o estrategias que inciden sobre el concepto global de calidad (Vélez, 2010).

## INVESTIGACIONES SOBRE EL CONCRETO

La ingeniería de hoy en día exige que las estructuras sean resistentes y durables, siendo esta última cualidad un factor determinante durante el diseño y la construcción (Valderrama, Torres Agredo, & Mejía de Gutiérrez, 2011), el concreto es el material que ha tenido el mayor uso en la construcción de edificios e infraestructura en la historia de la civilización, está constituido principalmente por cemento Pórtland, agregados (gruesos y finos) y agua (Espinoza & Escalante, junio 2008), la industria del concreto se ha difundido a tal punto que se ha convertido en uno de los principales materiales empleados en el campo de la construcción gracias a su gran versatilidad, dada por la facilidad que ofrece para ser vaciado en formaletas con casi cualquier forma arquitectónica durante su fase plástica, el concreto es más económico de producir, comparado con algunos materiales frecuentemente utilizados en la construcción, ya que en el país hay abundante materia prima para su producción dada por la gran cantidad de ríos y canteras que existen en el territorio nacional. Además, se dispone de abundante mano de obra calificada, gracias a la tradición en su utilización, aumentando los beneficios económicos que se reciben al construir con éste material (Ávila Díaz, Pinzón Galviss, & Serna Hernández, 2015)

## PAVIMENTOS RÍGIDOS

Tradicionalmente, en la toma de decisiones asociadas con la conservación de pavimentos en servicio, interviene la intuición y experiencia humana, cuya subjetividad está expuesta a muchos factores de incertidumbre, hoy en día se hace necesario acudir a técnicas y herramientas que puedan asistir y optimizar el proceso, dada la gran cantidad de factores a tener en cuenta (análisis multicriterio), la diversidad de alternativas de solución que existen, el costo de los errores que se puedan cometer y la rapidez que se requiere en las decisiones (Beltrán Calvo & Romo Organista, 2014), la evaluación del estado y la condición de una carretera es parte fundamental en un sistema de gestión de infraestructura vial, para garantizar la continuidad de ésta en el tiempo, brindando un servicio cómodo, rápido, seguro y económico a los usuarios (Higuera Sandoval & Pacheco Merchán, julio/diciembre, 2010).

La contracción por secado del concreto y se muestran los resultados de una investigación sobre el uso de un Aditivo Compensador de Contracción ACC, el cual expande el concreto disminuyendo la posibilidad de aparición de fisuras ocasionadas por la contracción por secado, permitiendo aumentar el distanciamiento entre juntas

(Gracia, Quesada, Gómez, Santacruz, & Arias, 2013), en ocasiones estos atributos se ven afectados por una de las patologías más significativas que caracteriza las obras de hormigón, nos referimos a las grietas y fisuras, las cuales por sus condiciones superficiales de aspecto, inciden directamente en lo funcional, siendo esta una de las razones de más peso en la durabilidad de una estructura y es por ello, que como parte del cálculo estructural, las grietas y fisuras clasifican dentro de los estados límites deservicio (Toirac Corral, 2004).

## EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS

En la ejecución del proyecto mejoramiento de pistas y veredas del jirón –Argentina cuadras 1, 2 y 3 de la ciudad de Llave distrito de Llave, provincia del Collao – Puno, y en la ejecución del proyecto mejoramiento de la infraestructura vial del jr. Antonio Machado y vías conexas del Barrio Huascar, de la Ciudad de Puno, provincia de Puno – Puno, se han tenido problemas de deformación en el concreto, asentamiento, fallas por contracción y estas han sido probablemente por el exceso o falta de agua durante el proceso constructivo, razón por la cual nace la necesidad de realizar el presente proyecto de investigación.

Por el planteamiento del problema que se tiene, nos hacemos las siguientes preguntas de investigación.

### Problema General:

¿Qué efectos existen en la variación de los niveles de la rasante por exceso o falta de agua en el proceso constructivo de un pavimento rígido?

### Problemas Específicos:

- ¿Cuál es la altura de asentamiento de los niveles de la rasante por el exceso o falta de agua en el proceso constructivo de un pavimento rígido?
- ¿Cuál es la diferencia de la longitud de la falla por contracción en un concreto por el exceso o falta de agua en un pavimento rígido?
- ¿Cuál es la resistencia a la compresión del concreto por el exceso o falta de agua en un pavimento rígido?

## 1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.2.1 Objetivo General:

Determinar la variación de los niveles de la rasante por falta o exceso de agua en el proceso constructivo de un pavimento rígido.

### 1.2.2 Objetivo Específicos:

- Determinar la altura del asentamiento de los niveles de la rasante por exceso o falta de agua en el proceso constructivo de un pavimento rígido.
- Determinar la longitud de la falla por contracción de un concreto por exceso o falta de agua en un pavimento rígido.
- Determinar resistencia a la compresión del concreto por exceso o falta de agua de un pavimento rígido.

## 1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Ho: No es posible determinar la variación de los niveles de la rasante por exceso o falta de agua en el proceso constructivo de un pavimento rígido.

Hi: Es posible determinar la variación de los niveles de la rasante por exceso o falta de agua en el proceso constructivo de un pavimento rígido.

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 Altimetría o Nivelación

Nivelar significa determinar la altitud de un punto respecto a un plano horizontal de referencia. Esta concepción ha sido usada desde hace mucho tiempo atrás, prueba de ello son la existencia de las grandes fortalezas del imperio incaico, las pirámides de Egipto, o simplemente las construcciones modernas. Hoy en día la construcción de edificios, caminos, canales y las grandes obras civiles no quedan exoneradas del proceso de nivelación; incluso los albañiles hacen uso del principio de vasos comunicantes para replantear en obra los niveles que indican los planos (Mendoza Dueñas, 2015, pág. 63).

La nivelación es una operación fundamental para obtener datos, diferencias de altura, necesarias para la elaboración de planos de configuración, proyectos de obras de ingeniería y de construcciones (Abreu L., 2011)

La altimetría es la parte de la topografía que tiene por objeto determinar las diferencias de alturas entre puntos del terreno. Las alturas de los puntos se toman con relación a un plano de comparación, ya sea existente o definido por nosotros, el plano de comparación más común es el nivel medio del mar. Se llaman cotas, elevaciones y niveles a las alturas de los puntos sobre un plano de comparación (Zamarripa Medina, 2010).

Rama de la topografía que calcula la coordenada vertical o cota de los puntos en el terreno o de una construcción. Para calcular las cotas de los puntos se utilizará un método topográfico denominado Nivelación (Córdova & Mediavilla, 2009).

Es la determinación de las alturas de los puntos de la superficie terrestre con respecto a un punto escogido o la superficie del mar (Gómez Gómez & Jiménez Cleves, 2008).

La nivelación es el proceso de medición de elevaciones o altitudes de puntos sobre la superficie de la tierra. La elevación o altitud es la distancia vertical medida desde la superficie de referencia hasta el punto considerado. La distancia vertical debe ser medida a lo largo de una línea vertical definida como la línea que sigue la dirección de la gravedad o dirección de la plomada (Casanova Matera, 2002).

Recibe el nombre de nivelación o altimetría el conjunto de los trabajos que suministran los elementos para conocer las alturas y forma del terreno en sentido vertical. Todas las alturas de un trabajo de topografía, están referidas a un plano común de referencia. Este plano llamado de comparación es una superficie plana imaginaria, cuyos puntos se asumen con una elevación o altura de cero (García Marquez, 1994)

### 2.1.2 Métodos de Nivelación

#### ➤ Métodos Indirectos

- **Nivelación Trigonométrica.**- Tiene por objetivo determinar la diferencia de altura entre dos puntos, midiendo la distancia horizontal o inclinada que los separa y el ángulo vertical que forma la línea que los une con el plano horizontal que pasa por el punto donde se hace la observación (Gámez Morales, 2015), La diferencia de alturas entre dos puntos puede determinarse midiendo: a) la distancia inclinada (DI) entre los puntos, b) el ángulo vertical o zenital ( $\Phi$ ) entre los puntos, la diferencia de altura se calcula trigonómicamente (Abreu L., 2011), que se calcula apoyándose en las leyes elementales de la trigonometría (Córdova & Mediavilla, 2009), como el método de nivelación que utiliza ángulos verticales para la determinación del desnivel entre dos puntos (Casanova Matera, 2002),.

En la nivelación trigonométrica, las visuales pueden tener cualquier pendiente y se pueden utilizar los aparatos capaces de medir ángulos de inclinación en esas visuales, tales como teodolitos, taquímetros, Estaciones Totales (Santamaría Peña & Sanz Méndez, 2005).

$$\Delta Z_A^B = t + i - m$$

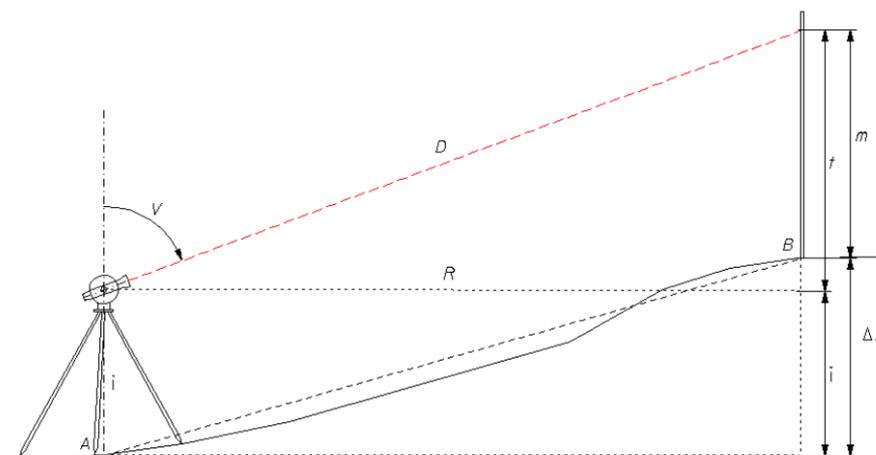


Figura 1 Nivelación Trigonométrica

Fuente: (Santamaría Peña & Sanz Méndez, 2005)

- **Nivelación Barométrica.** - Se llama nivelación barométrica a la que se lleva a cabo por medio del uso del barómetro, como la presión en la atmósfera de la tierra varía inversamente con la altura, puede emplearse el barómetro para hacer observaciones de diferencias de elevación. La Nivelación Barométrica se emplea principalmente en los reconocimientos y en los trabajos de exploración, cuando las diferencias de elevación son grandes, como en las zonas montañosas (Gámez Morales, 2015), Para la nivelación barométrica se emplean barómetros, deduciéndose los desniveles por la relación que existe entre las variaciones de altitud y las de la presión atmosférica (Santamaría Peña & Sanz Méndez, 2005).

#### ➤ Métodos Directos

- **Nivelación Diferencial o Geométrica.**- Es el proceso para obtener la diferencia de elevaciones, o desnivel, entre dos puntos, donde se ubica un conjunto de líneas de nivel desde un banco de nivel 1 (BN<sub>1</sub>) hasta un banco de nivel 2 (BN<sub>2</sub>) (McCormac, 2014), es el método de nivelación más utilizado para trabajos de ingeniería, pues permite conocer la diferencia de nivel, entre dos puntos, por medio de la lectura directa de las distancias verticales. Entre la nivelación geométrica se establece un plano horizontal por medio de un nivel, el cual puede leer las distancias verticales sobre reglas graduadas o miras (Abreu L., 2011), que se hace con nivel de anteojo y mira (Córdova & Mediavilla, 2009), procedimiento topográfico que nos permite determinar el desnivel entre dos puntos mediante el uso del nivel y la mira vertical, mide la diferencia de nivel entre estos puntos a partir de la visual horizontal lanzada desde el nivel hacia las miras colocadas en dichos puntos (Casanova Matera, 2002), también

llamada nivelación por alturas, consiste en determinar la diferencia de altitud entre los puntos observados, realizando visuales horizontales dirigidas a miras verticales (Jimenez Cleves, 2014).

La nivelación geométrica se caracteriza porque las visuales son siempre horizontales. Es el método más exacto para calcular las diferencias de alturas o cotas (Santamaría Peña & Sanz Méndez, 2005).

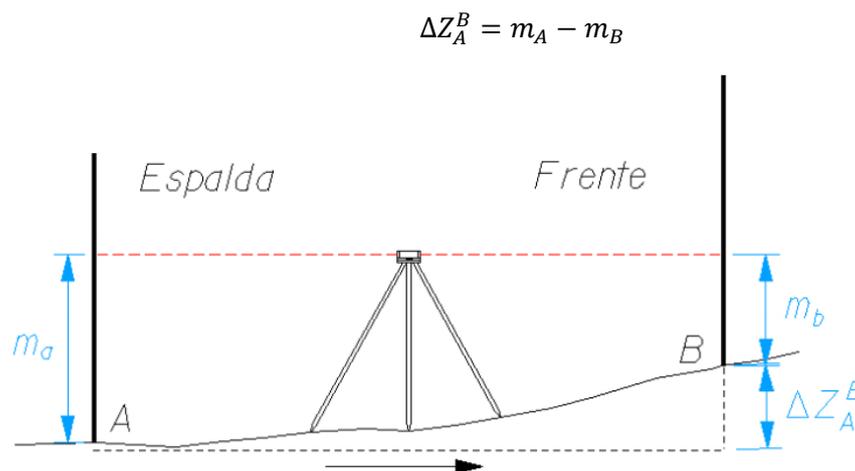


Figura 2 Nivelación Geométrica

Fuente: (Santamaría Peña & Sanz Méndez, 2005)

### 2.1.3 Métodos de Nivelación Diferencial o Geométrica

La nivelación Diferencial o Geométrica, puede ser Simple o Compuesta (Gámez Morales, 2015), Los métodos de nivelación por alturas es cuando los puntos cuyo desnivel se pretende hallar están próximos, se determina aquél directamente y la nivelación se denomina simple; por el contrario, si los puntos están alejados, es indispensable utilizar puntos intermedios y la nivelación se llama compuesta (García Tejero, 2007), es el sistema más empleado en los trabajos de ingeniería, pues permite conocer rápidamente diferencias de nivel por medio de lectura directa de distancias verticales y estas pueden ser simples o compuestas (Torres Nieto & Villate Bonilla, 2001).

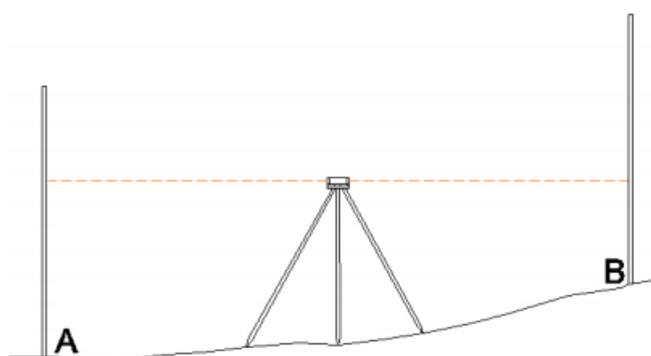
Las nivelaciones se pueden dividir también en simples y compuestas. La nivelación simple es cuando el desnivel a medir se obtiene mediante una sola determinación. La nivelación compuesta es cuando se obtiene el desnivel con más de una medida (Santamaría Peña & Sanz Méndez, 2005)

- **Nivelación Diferencial o Geométrica Simple.** - Sirve para encontrar la cota de uno o más puntos del terreno por medio de una sola estación instrumental (Mendoza Dueñas, 2015). Desde una sola posición del instrumento, se pueden conocer todas las cotas o elevación de los diferentes puntos del terreno que se desean nivelar. Para esto se sitúa y se nivela el instrumento (nivel de ingeniero), en el punto más conveniente, o sea el que ofrezca mejores condiciones de visibilidad. La primera lectura se hace sobre la mira o estadía colocada en el punto estable y fijo que se toma como un BM (Banco de Nivel o de Marca) y a partir del cual se van a nivelar todos los puntos del terreno, este BM puede tener elevación previamente determinada o se le puede signar una elevación arbitraria (Gámez Morales, 2015)

Desde una sola posición del aparato se puede conocer las cotas de todos los puntos del terreno que se desea nivelar. Se sitúa y se nivela el aparato en el punto más conveniente, o sea en el que ofrezca mejores condiciones de visibilidad (Torres Nieto & Villate Bonilla, 2001)

Es aquella en que desde una sola posición del instrumento se puede conocer las cotas de todos los puntos del terreno que se desea nivelar (Jimenez Cleves, 2014)  
La nivelación simple puede hacerse por el método del punto medio, por el del punto extremo, por estaciones recíprocas y por el de estaciones equidistantes (García Tejero, 2007)

Es aquella en la cual desde una posición del nivel se pueden hacer visuales a varios puntos de cambio, permitiendo determinar su diferencia de altura y cota. Es útil en terrenos planos y con pocas interrupciones visuales (Abreu L., 2011)



*Figura 3 Nivelación del punto medio*

Fuente: (Santamaría Peña & Sanz Méndez, 2005)

- **Nivelación Diferencial o Geométrica Compuesta.** - Es una sucesión de niveles simples relacionados entre sí; se utiliza cuando se requiere la diferencia de nivel entre dos puntos muy distanciados o cuando la visibilidad desde una estación no lo permite, (Mendoza Dueñas, 2015)

Es el sistema empleado cuando el terreno es muy quebrado, o las visuales son muy largas. El instrumento se va trasladando a diversos puntos, desde cada uno de los cuales se hacen nivelaciones simples, que van ligándose entre si por medio de puntos de cambio (Abreu L., 2011)

La nivelación compuesta, o de itinerario altimétrico, no es sino una repetición de nivelaciones simples; comprende los métodos del punto medio, de estaciones dobles y de estaciones equidistantes (García Tejero, 2007)

Si los puntos cuyo desnivel se quiere determinar están muy separados entre sí, o la diferencia de nivel es mayor que la que se puede medir de una vez, se hace necesario calcularlo realizando varias estaciones sucesivas, es decir, efectuando una nivelación compuesta (Santamaría Peña & Sanz Méndez, 2005).

Es el sistema empleado cuando el terreno es bastante quebrado, o las cuales resultan demasiado largas. El aparato no permanece en un mismo sitio sino que se va trasladando a diversos puntos desde cada uno de los cuales se toman nivelaciones simples que van ligándose entre si por medio de los llamados puntos de cambio, el punto de cambio se debe escoger de modo que sea estable y de fácil identificación, es un BM de carácter transitorio (Torres Nieto & Villate Bonilla, 2001).

#### 2.1.4 Concreto

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesto de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua (Polanco Rodríguez, 2012).

Es concreto es una piedra artificial creada por el hombre, y que se ha convertido en el material de construcción más utilizado a nivel mundial, en razón a su extraordinaria versatilidad, en cuanto a las formas que se puede obtener. El concreto es una mezcla de un material aglutinante (cemento), un material clasificado (agregados), agua y

eventualmente aditivos y adiciones, que al endurecerse forman un sólido compacto capaz de soportar grandes esfuerzos a la compresión (Osorio, 2004).

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. De esta definición se desprende que se obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o menor grado las características de los componentes, que bien proporcionados, aportan una o varias de sus propiedades individuales para constituir un material que manifiesta un comportamiento particular y original. En consecuencia, para poder dominar el uso de este material, hay que conocer no sólo las manifestaciones del producto resultante, sino también la de los componentes y su interrelación, ya que son en primera instancia los que le confieren su particularidad. Como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas. Luego pues, la explicación a sus diversos comportamientos siempre responde a alguna de estas leyes; y la no obtención de los resultados esperados, se debe al desconocimiento de la manera cómo actúan en el material, lo que constituye la utilización artesanal del mismo (por lo que el barco de la práctica sin el timón de la ciencia nos lleva a rumbos que no podemos predecir) o porque durante su empleo no se respetaron o se obviaron las consideraciones técnicas que nos da el conocimiento científico sobre él (Pasquel Carbajal, 1998)

### **2.1.5 Los Componentes del Concreto**

La Tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo. Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento (Pasquel Carbajal, 1998).

El concreto es una mezcla de cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua. El cemento, el agua y la arena constituyen el mortero cuya función es unir las diversas partículas de agregado grueso llenando los vacíos entre ellas. En teoría, el volumen de mortero sólo debería llenar el volumen entre partículas. En la práctica, este volumen es mayor por el uso de una mayor cantidad de mortero para asegurar que no se formen vacíos. Para obtener un buen concreto no sólo basta contar con materiales de buena calidad mezclados en proporciones correctas. Es necesario también tener en cuenta factores como el proceso de mezclado, transporte, colocación o vaciado y curado (Harmsen, 2002).

El concreto (hormigón) es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada piedra machacada, pedrejón), creando una masa similar a una roca. Esto ocurre por el endurecimiento de la pasta en consecuencia de la reacción química del cemento con el agua, Otros materiales cementosos (cementantes) y adiciones minerales se pueden incluir en la pasta (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, 2004)

Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm. La pasta está compuesta de cemento Portland, agua y aire atrapado o aire incluido intencionalmente. Ordinariamente, la pasta constituye del 25 al 40 por ciento del volumen total del concreto (Polanco Rodríguez, 2012).

### **Cemento**

El cemento es un material aglutinante que presenta las propiedades de adherencia y cohesión, que permiten la unión de fragmentos minerales entre sí. Este material tiene la propiedad de fraguar y endurecerse en presencia de agua, presentando un proceso químico que es el calor de hidratación. El cemento Portland hidráulico es la mezcla de materiales calcáreos y arcillosos u otros materiales que contienen sílice, alúmina u óxidos de hierro, procesados a altas temperaturas y mezclados con yeso (Osorio, 2004).

### **Agregados**

Las investigaciones sobre agregados nos dicen que son un factor esencialmente necesario dentro del concreto. La sociedad necesita aprender a usar sus recursos en lo que se refiere a materiales para la construcción, naturales y manufacturados, para garantizar la sostenibilidad de los mismos. Los agregados son partículas incorporadas al concreto que ocupan un espacio, y que en combinación con el cemento y el agua proporcionan resistencia mecánica al concreto en estado endurecido. La calidad de los agregados está determinada por el origen, por su distribución granulométrica, densidad, forma y textura; los agregados se clasifican en agregado grueso y agregado fino, fijado por valores en tamaño (Osorio, 2004).

## **Agua**

Es un ingrediente fundamental en la elaboración de concreto debido a que desempeña diferentes funciones importantes en el concreto. Generalmente existe la creencia que, si el agua es apta para beber, es óptima para hacer concreto, sin embargo, esto no es totalmente cierto, pues en algunas plantas de tratamiento, adicionan sustancias como sulfato, aluminio y cloro que pueden interferir con el fraguado del cemento, promover la corrosión del acero de refuerzo y así mismo producir manchas en el concreto. El agua apta para mezclar o curar concretos puede no ser necesariamente buena para tomar. Cuando el agua proviene de fuentes no conocidas, es conveniente analizarla periódicamente para comprobar que no varíe el pH o las impurezas a través del tiempo (Osorio, 2004).

### **2.1.6 Características del Concreto Fresco**

Las características en estado fresco del concreto deben ser tales que se permita llenar adecuadamente las formaletas y los espacios alrededor del acero de refuerzo, así como también obtener una masa homogénea sin grandes burbujas de aire o agua atrapada. Es claro que las propiedades del concreto en obra no pueden ser obtenidas directamente del concreto en estado fresco, puesto que las características de los elementos estructurales de concreto se ven afectadas por las prácticas constructivas en la obra. Sin embargo, el control de calidad en estado fresco es la única herramienta para tomar decisiones rápidas, durante la colocación de concreto. Algunas propiedades del concreto en estado fresco pueden ser determinadas mediante una inspección visual y mediante ensayos de obra (Osorio, 2004).

En teoría, una relación agua/cementante cercano a 0,28 es adecuada para la hidratación del cemento, y un contenido adicional de agua sobre esta relación reduce la resistencia a compresión potencial que se puede alcanzar. Incrementar el contenido de cemento para alcanzar esta alta resistencia a edad temprana puede originar calor de hidratación excesivo, causando agrietamiento, así como contracciones inadecuadas en el concreto. El incremento del cemento por sí sólo no es conveniente como una reducción de la relación agua/cementante para conseguir tal fin (Rivva López, 2002).

El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena y grava u otro agregado, y agua; después, esta mezcla se endurece en formaletas con la forma y dimensiones deseadas. El cuerpo del material consiste en agregado fino y grueso. El cemento y el agua interactúan químicamente para unir las partículas de agregado y conformar una masa sólida. Es necesario agregar agua, además de aquella que se requiere para la reacción química, con el fin de darle a la mezcla la trabajabilidad adecuada que permita llenar las formaletas y rodear el acero de refuerzo embebido, antes de que inicie el endurecimiento (Nilson, 2001).

### **2.1.7 Estructura del pavimento**

La combinación de la subbase, base y superficie de rodamiento, colocadas sobre una subrasante para soportar y distribuir las cargas del tránsito a la subrasante de la carretera. (LANAMME, Laboratorio Nacional de Materiales y de Modelos E., 2001).

### **2.1.8 Pavimentos**

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y constituyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento (Montejo Fonseca, 2002).

El Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la sub rasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las

condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, sub base y capa de rodadura. (M.T.C., 2014)

- Capa de Rodadura: Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.
- Base: Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante (CBR > 80%) o será tratada con asfalto, cal o cemento.
- Subbase: Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular (CBR > 40%) o tratada con asfalto, cal o cemento (M.T.C., 2014)

Los tipos de pavimento pueden ser:

- Pavimentos Flexibles
- Pavimentos Semirrígidos
- Pavimentos Rígidos

### 2.1.9 Pavimento Rígido

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento (Montejo Fonseca, 2002).

El pavimento rígido es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo (M.T.C., 2014)

Los pavimentos de concreto reciben el apelativo de "rígidos" debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye. Debido a su naturaleza rígida, la losa absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la sub rasante. Existen tres tipos de pavimentos de concreto:

- Pavimentos de concreto simple con juntas
- Pavimentos de concreto reforzado con juntas
- Pavimentos de concreto continuamente reforzados.

Los pavimentos de concreto con juntas son los que mejor se aplican a la realidad nacional debido a su buen desempeño y a los periodos de diseño que usualmente se emplean. En el presente Manual, para los caminos del Perú, se propone la aplicación de pavimentos de concreto con juntas (M.T.C., 2014).

Son aquellos en los que la losa de concreto de cemento Portland (C.C.P.) es el principal componente estructural, que alivia las tensiones en las capas subyacentes por medio de su elevada resistencia a la flexión, cuando se generan tensiones y deformaciones de tracción de bajo la losa producen su fisuración por fatiga, después de un cierto número de repeticiones de carga. La capa inmediatamente inferior a las losas de C.C.P. denominada sub-base, por esta razón, puede ser constituida por materiales cuya capacidad de soporte sea inferior a la requerida por los materiales de la capa base de los pavimentos flexibles (UMSS, 2004).

### **2.1.10 Ventajas del Pavimento Rígido**

El comportamiento del concreto ante el ataque del agua es mejor que el que presentan las mezclas asfálticas, por lo cual es una buena opción utilizarlo en zonas donde estará en contacto continuo con el agua, como por ejemplo en zonas bajas o de frecuente inundación. También su uso es conveniente en cruces vehiculares, en donde se tiene un TDPA elevado y el tiempo de concentración de las cargas de los vehículos pesados es prolongado. También su periodo de mantenimiento es más espaciado, por

lo que se evitan los problemas generados como el congestionamiento de tránsito, costos de operación y contaminación (Espinosa Arreola & Alarcón Ibarra, Julio, 2012)

### 2.1.11 Deterioros Frecuentes Pavimento Rígido

#### a. Escalonamiento:

Debido a la erosión de la base por flujo de agua en la proximidad de las juntas o grietas. También puede ocasionarlo un asentamiento diferencial en la capa subrasante (Espinosa Arreola & Alarcón Ibarra, Julio, 2012)

#### b. Agrietamiento de esquina:

Se origina por la erosión de la base, lo que ocasiona una falta de apoyo de la losa, así como por sobrecargas en las esquinas o una deficiente transmisión de carga entre juntas (Espinosa Arreola & Alarcón Ibarra, Julio, 2012)

#### c. Agrietamiento transversal y longitudinal

En el sentido transversal es debido a una longitud excesiva en la losa y en la longitudinal un a excesivo; además de que carezca de una junta longitudinal. También es debido en ambos casos a un diseño deficiente (menor espesor del requerido). Otro aspecto a considerar es rugosidad; obtener la rugosidad inicial de la losa de concreto después de un periodo de puesta en servicio se torna más difícil y costoso, por lo que implica el rayado de las losas con discos de diamante (Espinosa Arreola & Alarcón Ibarra, Julio, 2012)

### 2.1.12 Clasificación de las fisuras por su origen y momento de aparición

#### 1. Fisuras originadas en el estado plástico

- a. Fisuras originadas por la contracción plástica.
  - Retracción hidráulica durante el fraguado (contracción plástica)
  - Exceso de vibración.
  - Exceso de llana.
- b. Fisuras originadas por asentamiento plástico.

- Acomodamiento.
- Poco recubrimiento y excesivos diámetros en el acero.
- Cambios de consistencias en vaciados continuos.
- Desplazamiento del encofrado.
- Deformación del terreno de sustentación (Toirac Corral, 2004).

## 2. Fisuras originadas en el estado endurecido

- a. Fisuras originadas por movimientos espontáneos.
  - Retracción hidráulica (contracción por secado).
  - Contracción por carbonatación
  - Retracción térmica.
  - Entumecimientos por dilatación térmica.
  - Entumecimientos por oxidación del acero de refuerzo.
  - Entumecimientos por exceso de expansivos del cemento.
  - Reacción álcalis-agregados
- b. Fisuras producidas por cargas que originan esfuerzos.
  - Compresión.
  - Tracción.
  - Flexión.
  - Cortante.
  - Torsión.
- c. Otros tipos de fisuras.
  - Fallo de adherencia-anclaje.
  - Concentración de tensiones.
  - Desplazamientos de armaduras principales
  - Asentamientos diferenciales en fundaciones (Toirac Corral, 2004)

### 2.1.13 Causas de la Fisuración

#### 1. Fisuración del hormigón en estado plástico

- a. Fisuración por retracción plástica

La fisuración por retracción plástica ocurre cuando está sujeto a una pérdida de humedad muy rápida provocada por una combinación de factores que incluyen las temperaturas del aire y el hormigón, la humedad relativa y la velocidad del viento en la superficie del hormigón. Estos factores pueden combinarse de manera de provocar niveles altos de

evaporación superficial tanto en clima caluroso como en clima frío (Halvorsen & Poston, 1993)

b. Fisuración por precipitación de los agregados

Luego de su colocación inicial, vibrado y el acabado, el hormigón tiende a continuar consolidándose. Durante este período el hormigón plástico puede estar restringido por las armaduras, por una colada previa de hormigón o por los encofrados. Estas restricciones localizadas pueden provocar vacíos y/o fisuras adyacentes al elemento que impone la restricción (Halvorsen & Poston, 1993)

**2. Fisuración del hormigón endurecido**

a. Retracción por secado

Una causa habitual de la fisuración del hormigón es la restricción de la retracción por secado. La retracción por secado es provocada por la pérdida de humedad de la pasta cementicia, la cual se puede contraer hasta un 1%. Por fortuna, los agregados proveen una restricción interna que reduce la magnitud de este cambio de volumen a aproximadamente 0,06%. Cuando se humedece el hormigón tiende a expandirse (Halvorsen & Poston, 1993)

b. Tensiones de origen térmico

Las diferencias de temperatura dentro de una estructura de hormigón pueden ser provocadas por partes de la estructura que pierden calor de hidratación a diferentes velocidades, o por condiciones climáticas que enfrían o calientan una parte de la estructura hasta una mayor temperatura o con una mayor velocidad que otra. Estas diferencias de temperatura ocasionan cambios diferenciales de volumen (Halvorsen & Poston, 1993)

## c. Reacciones químicas

Algunas reacciones químicas pueden provocar la fisuración del hormigón. Estas reacciones pueden ser producto de los materiales utilizados para preparar el hormigón, o de los materiales que están en contacto con el hormigón una vez endurecido (Halvorsen & Poston, 1993)

## d. Meteorización

Los procesos de meteorización que pueden provocar fisuración, incluyen el congelamiento, deshielo, humedecimiento, secado, calentamiento y enfriamiento. En general la fisuración provocada por los procesos naturales de meteorización es conspicua, y puede dar la impresión de que el hormigón está a punto de desintegrarse, aun cuando el deterioro no haya progresado mucho debajo de la superficie (Halvorsen & Poston, 1993).

## e. Corrosión de las armaduras

La corrosión de un metal es un proceso electroquímico que requiere un agente oxidante, humedad y flujo de electrones dentro del metal; se producen una serie de reacciones químicas en la superficie del metal y cerca de la misma (Halvorsen & Poston, 1993)

## f. Prácticas constructivas inadecuadas

Existe una gran variedad de prácticas constructivas inadecuadas cuyo resultado puede ser la fisuración del hormigón. Entre ellas la más habitual es la costumbre de agregarle agua al hormigón para mejorar su trabajabilidad. El agua agregada reduce la resistencia, aumenta el asentamiento y aumenta la retracción por secado (Halvorsen & Poston, 1993).

## g. Sobrecargas durante la construcción

A menudo las cargas inducidas durante la construcción pueden ser mucho más severas que las que soportará la estructura en servicio.

Desafortunadamente, estas condiciones se pueden dar a edades tempranas cuando el hormigón es más susceptible de ser dañado y con frecuencia originan fisuras permanentes (Halvorsen & Poston, 1993)

h. Errores de diseño y detallado

Las consecuencias de un diseño y/o detallado incorrecto van desde estructuras no satisfactorias desde el punto de vista estético hasta la falta de serviciabilidad o fallas catastróficas. Estos problemas sólo se pueden minimizar por medio de una profunda comprensión del comportamiento estructural (en su sentido más amplio) (Halvorsen & Poston, 1993)

i. Cargas aplicadas externamente

Se sabe que las tensiones de tracción inducidas por las cargas provocan la fisuración de los elementos de hormigón. Este hecho es reconocido y aceptado por todos los involucrados en el diseño del hormigón. Los procedimientos de diseño actuales (ACI 318 y las Especificaciones Normalizadas para Puentes Carreteros de AASHTO) utilizan armaduras no sólo para tomar las fuerzas de tracción sino también para lograr una adecuada distribución de las fisuras e imponer un límite razonable al ancho de las mismas (Halvorsen & Poston, 1993)

## 2.2 ANTECEDENTES

Tesis presentada por: (Miranda Rebolledo, 2010) Deterioro en Pavimentos Flexibles y Rígidos, cuyas características son las siguientes:

**Objetivo:** Identificar las fallas que sufren los pavimentos flexibles y rígidos, y otorgar soluciones para la conservación y rehabilitación de los mismos, al mínimo costo y con el más eficiente resultado posible.

**Fallas en pavimentos rígidos:** se presenta una descripción de los diferentes tipos de daños que puede presentar un pavimento rígido, los cuales fueron agrupados en cuatro categorías generales:

- Juntas.
- Fisuras y grietas.
- Deterioro superficial.
- Otros deterioros.

Cada uno de los daños correspondientes a cada categoría se describe a continuación, presentando su definición y sus posibles causas. Las fotografías relacionadas con cada tipo de daño, se presentan a medida que se describe cada uno de ellos.

**Conclusión:** Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer más serviciabilidad y confortabilidad a los conductores.

Tesis de Becarios de Investigación presentada por: (Prunell, 2011) Estudio de Patologías en Pavimentos de Hormigón, cuyas características son las siguientes:

**Fundamentos:** El presente trabajo presenta una descripción general de las fallas presentes en los pavimentos de hormigón,

Fisuras longitudinales, fisuras transversales, fisuras en esquina, Descascaramientos en juntas y fisuras, fisuras por durabilidad, fisuras por retracción: (tipo malla), desintegración, baches, levantamiento de losas, escalonamiento de juntas y grietas, bombo, textura inadecuada, daños en el sellado de juntas.

**Conclusión:** La mayoría de los deterioros hallados, pueden producirse por causa de uno o varios factores simultáneos. Es conveniente seguir un catálogo de deterioros de pavimentos rígidos para la identificación y calificación de fallas, para realizar un diagnóstico certero en cada caso.

Investigación presentada por: (Violini & Pappalardi, 2011) Patologías en Pavimentos de Hormigón a Edad Temprana, artículo publicado por la Cementos Avellaneda, cuyas características son las siguientes:

**Objetivo:** identificar las principales patologías que se producen en los pavimentos de hormigón a edad temprana, cuando se aplican mediante Tecnología de Alto Rendimiento y las posibles causas de su generación, con el propósito de tomar todos los recaudos necesarios, a fin de evitar su aparición.

**Asentamiento del Borde:** EFECTOS DE LA PATOLOGÍA:

Se genera una franja desnivelada contra la banquina o carril aledaño a construir en segunda etapa, donde se puede acumular agua sobre la superficie, afectando la durabilidad de la calzada de hormigón, la seguridad y el confort al tránsito. Además se obtiene un menor espesor de hormigón en dicha zona.

**Conclusión:** En relación a la construcción de calzada de hormigón, que es el objetivo del presente trabajo, se puede sintetizar, que la mayoría de las patologías de los pavimentos de hormigón se originan a edad temprana, por fallas durante su ejecución.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Materiales

##### 3.1.1 El Cemento

El cemento es el componente más activo del concreto y, generalmente, tiene el mayor costo unitario. Por ello, y considerando que las propiedades del concreto dependen tanto de la cantidad como de la calidad de sus componentes, la selección y uso adecuado del cemento son fundamentales para obtener en forma económica las propiedades deseadas para una mezcla dada (Guevara Huarcaya, 2008), para la presente investigación se ha utilizado Cemento Portland Puzolanico Tipo IP, cuyas características técnicas se encuentra en el Anexo 2 tabla 163.

El cemento Portland Tipo IP de Yura SA se produce moliendo clinker Portland Tipo I de alta calidad, una pequeña proporción de yeso y para producir un cemento mejorado de acuerdo a las normas ASTM C y NTP, puzolana natural de origen volcánico de alta actividad. Esta mezcla, molida industrialmente hasta el grado de finura optima, conforma un cemento de Alta Resistencia para uso general en estructuras de concreto. El cemento Yura IP, es sometido a rigurosos controles de calidad que aseguran un producto con muy poca variabilidad estadística garantizando su utilización como "material de calidad estructural". La puzolana de origen volcánico, es un material silicoso o silico aluminoso, que dividido finamente y en ausencia de agua, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio, liberado por la hidratación de silicatos de calcio contenidos en el cemento, para formar posteriormente compuestos con propiedades cementicias. La utilización de puzolanas en el campo de la construcción civil viene creciendo en las últimas décadas, debido a las mejoras en la durabilidad y en las resistencias mecánicas (resistencia a la compresión) que genera su adición en morteros de cemento y en concretos. Esta mejora ocurre principalmente por la reacción entre la puzolana y el hidróxido de calcio

liberado en la hidratación del cemento, que forma compuestos con propiedades cementantes, a esta reacción se le llama, reacción puzolanica (Yura SA, 2017)

Los requisitos químicos y físicos del cemento, no se realizaron en laboratorio, se han tomado en consideración lo mencionado en la ficha técnica del Cemento Portland Puzolanico Tipo IP de marca Yura, que se adjunta en el Anexo 2 tabla 163.

### 3.1.2 Los Agregados

Los agregados finos y gruesos ocupan comúnmente de 65% a 80% del volumen del concreto (70% a 85% en peso), e influyen notablemente en las propiedades del concreto recién mezclado y endurecido y en las proporciones de la mezcla. En relación con su origen y su procedimiento de preparación, el agregado puede ser natural o artificial. Las arenas y gravas son productos del intemperismo y la acción del viento y el agua. Los agregados pueden ser obtenidos a partir de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas (Guevara Huarcaya, 2008), para la presente investigación se ha utilizado los agregados de la cantera del Rio Lampa, tanto para el agregado grueso como para el agregado fino, cuyos ensayos se encuentran en el Anexo 7 tabla 194, que representa a 60% de grava y un 40% de arena, el agregado grueso contiene el 2.06% de partículas planas y alargadas. Las partículas del agregado grueso presentan formas sub-redondeadas.

El agregado fino tiene un módulo de finura de 3.15, que representa a un 0.88% de finos (malla 200), el agregado fino separado del hormigón en el tamiz N° 4. El agregado grueso tiene un módulo de finura de 7.28, que representa a un 0.35% de finos (malla 200), el tamaño de la malla es de 1 ½", cuyas partículas planas y alargadas forman el 2.06%, su forma del agregado es sub-redondeada, los resultados de dichos ensayos se encuentran adjunto en el Anexo 7 tabla 194.

### 3.1.3 El Agua

En relación con su empleo en el concreto, el agua tiene dos diferentes aplicaciones: como ingrediente en la elaboración de las mezclas y como medio de curado de las estructuras recién construidas. El agua presente en la mezcla de concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr: a) la formación de gel, b) permitir que el conjunto de la masa adquiera las propiedades que: en estado no endurecido faciliten una adecuada manipulación y colocación de la misma; y que en

estado endurecido la conviertan en un producto de las propiedades y características deseadas. El agua representa aproximadamente entre 10 y 25% del volumen del concreto recién mezclado (Guevara Huarcaya, 2008), para la presente investigación se utilizada agua potable.

### **3.2 Población, Muestra y Significancia**

#### **3.2.1 Población**

La población de estudio es el proyecto: Mejoramiento del Servicio de embarque y desembarque terrestre de la Ciudad de Lampa, distrito de Puno, Provincia de Puno - Puno.

#### **3.2.2 El tamaño de la muestra**

La Muestra estadística es NO probabilística o muestreo por conveniencia, que es elegido por el investigador en 9 paños de concreto rígidos de 3 x 3 metros cada uno.

#### **3.2.3 Error Muestra según el Nivel de Confianza**

Para el presente proyecto se considerara un error muestral 0.05 o 5% con un nivel de confianza de 0.95 o 95%.

### **3.3 Técnicas de Observación**

#### **3.3.1 Los instrumentos de observancia empleados**

Los datos utilizados en la presente investigación son primarios porque el investigador ha tomado sus propias mediciones con una nivelación geométrica simple con un nivel de ingeniero, para determinar la deformación del concreto, y se ha medido las fisuras de las fallas por contracción del concreto con un hilo y flexómetro para cada uno de los paños.

También se utilizarán datos secundarios como el certificado de los ensayos de suelos y diseño de mezclas elaborados por un laboratorio conjuntamente con los investigadores, según normas y especificaciones técnicas.

Para la validez y confiabilidad de los datos obtenidos, se realizaron la correspondiente calibración de los equipos cuyos certificados son adjuntados en el Anexo 1.

### **3.3.2 Los Procedimientos seguidos en la investigación**

#### **Para el Objetivo Especifico 1**

Las observaciones que se realizaron, son transversales ya que se han medido en un solo momento con una nivelación geométrica simple, con un nivel de ingeniero, en tres ejes: Eje-01, Eje-02 y Eje-03 en tres paños cada uno, a una distancia de 0.20 metros, los datos que se han obtenido son en metros sobre el nivel medio del mar como variable de estudio, la libreta de campo de dichos datos se adjunta en el Anexo 3, tablas 164 al 187. Dichas observaciones se realizaron a los 28 días.

#### **Para el Objetivo Especifico 2**

Las observaciones que se realizaron son transversales ya que se han medido longitudes en un solo momento, se han medido con hilo y flexómetro, de cada fisura de las fallas por contracción, los datos son obtenidos en metros lineales como variable de estudio. Dichas observaciones se realizaron a los 28 días.

#### **Para el Objetivo Especifico 3**

Las observaciones realizadas para el presente objetivo específico son transversales, ya que son obtenidos producto de la rotura de briquetas de cada uno de las probetas, cuyo resultado son en kg/cm<sup>2</sup> a los 3, 7, 14, 28 y 56 días como variable de estudio, dichos datos se adjuntan en el Anexo 8 tabla 195.

### **3.4 El análisis de los datos**

Se han planteado las siguientes hipótesis estadísticas:

Las hipótesis pertinentes son

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Contra

*Ha = por lo menos una de las  $\mu_i$  son diferentes*

### 3.4.1 ANOVA

Esta prueba se utiliza para determinar si las medias muestrales provienen de poblaciones con medias iguales, cuando hay más de dos poblaciones en estudio. El análisis de varianza (ANOVA) permite comparar simultáneamente todas las medias, evitando tener que realizar pruebas en grupos de dos con las técnicas vistas anteriormente. La comparación de las medias muestrales se basa en las varianzas muestrales. Suposiciones necesarias para el análisis de varianza, (Rodríguez Ojeda, 2007)

- 1) Las poblaciones tienen distribución normal
- 2) Las poblaciones tienen varianzas iguales
- 3) Las muestras son independientes

#### a. Suma de Cuadrados

Es la sumatoria de la diferencia entre los datos observados y la media elevando al cuadrado

$$SS = \sum (x_i - \bar{x})^2$$

#### b. Suma de Cuadrados Total

Se ha calculado la diferencia entre la sumatoria de los datos observados y la media total (la media total de las observaciones, lado izquierdo, lado derecho, eje y el control)

$$SS_T = \sum (x_i - \bar{x}_{total})^2$$

#### c. Grados de Libertad totales

Es el número de observaciones que son libres de variar, es el número de observaciones menos 1.

$$GL = n - 1$$

d. La Varianza

Es la suma de cuadrados dividida por el número de observaciones menos 1

$$S^2 = \frac{SS}{n - 1}$$

$$S^2 = \frac{SS}{GL}$$

e. La Varianza total

Es la variación entre todas las puntuaciones independientes de la condición experimental de la que venga.

En la presente investigación se han utilizado las tablas de Fisher que se adjuntan en la tabla 197 del Anexo 9.

### 3.4.2 Prueba de Tukey

El procedimiento de Tukey implica utilizar otra distribución de probabilidad llamada **distribución de rango estudentizado**. La distribución depende de dos parámetros: un  $m$  grado de libertad asociado con el numerador y un grado de libertad asociado con el denominador  $v$ . Sea  $Q_{\alpha, m, v}$  el valor crítico  $\alpha$  de cola superior de la distribución de rango estudentizado con  $m$  grados de libertad asociados con el numerador y  $v$  grados de libertad asociados con el denominador (análogo a  $F_{\alpha, v1, v2}$ ). En las tablas 198 y 199 de los Anexos 10 y 11 se dan valores de  $Q_{\alpha, m, v}$  (Devore, 2008), permite la formación de intervalos de confianza del  $100(1 - \alpha)\%$  simultáneos para todas las comparaciones por pares. El método se basa en la distribución del rango estudentizado, (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2012).

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{MS_E}{n}}$$

### 3.4.3 Prueba de Dunnett

En muchos problemas científicos y de ingeniería no nos interesa hacer inferencias acerca de todas las comparaciones posibles entre las medias de los tratamientos del tipo  $\mu_i - \mu_j$ . En vez de ello es frecuente que el experimento dicte la necesidad de comparar simultáneamente cada tratamiento con un control. Un procedimiento de prueba desarrollado por C. W. Dunnett determina diferencias significativas entre cada media de tratamiento y el control, con un solo nivel conjunto de significancia  $\alpha$  (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2012), se han utilizado las tablas 200 y 201 de los Anexos 12 y 13.

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S_E}{n}}$$

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Determinar la altura del asentamiento de los niveles de la rasante

##### 4.1.1 Análisis estadístico de la Losa 1 (0.00) Primera Prueba

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3.

##### a. ANOVA

Tabla 1 Resumen: n, sumas, promedio y varianza  
L1(0.00) P1

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61878.3520	3867.3970	0.000000267
+ AGUA	16	61878.2430	3867.3902	0.000001763
- AGUA	16	61878.2470	3867.3904	0.000022529

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 2 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L1(0.00) P1

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.000318028
+ AGUA	0.000088674
- AGUA	0.000070840
SCE	0.000477542

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 3 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L1(0.00) P1

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.0000040000
+ AGUA	0.0000264375
- AGUA	0.0003379375
SCDG	0.0003683750

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 4 Análisis de la Varianza L1(0.00) P1

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00048	2	0.000238771	29.168	0.00000001	3.204
Dentro de los grupos	0.00037	45	0.000008186			
<b>Total</b>	<b>0.00085</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad P=0.00000001 y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 5 Prueba de Tukey L1(0.00) P1

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000082
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA	HSD=	<b>0.0024</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S E}{n}}$$

Tabla 6 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L1(0.00) P1

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0068	0.007
+ AGUA			0.000
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			NO
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

c. **Dunnett**

Tabla 7 Prueba de Dunnett L1(0.00) P1

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000008186
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0023

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 8 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L1(0.00) P1

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0068	0.007

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación L1(0.00) P1**

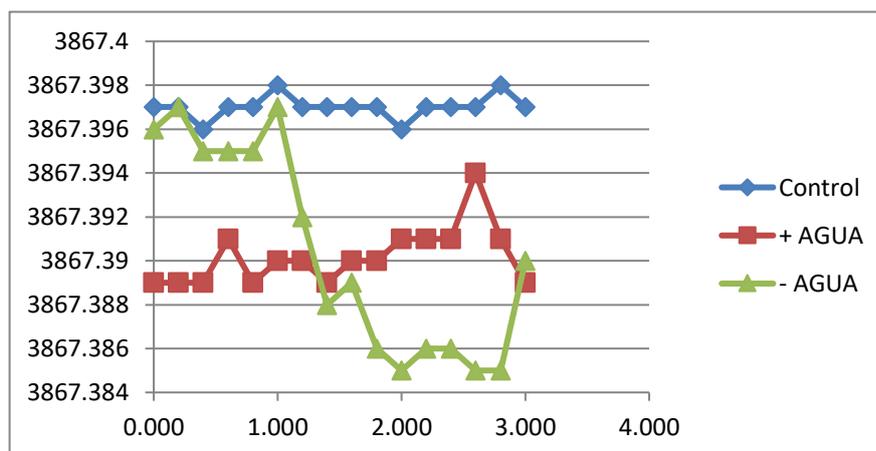


Figura 4 Nivelación de L1 (0.00) P1

**4.1.2 Análisis estadístico de la Losa 1 (0.05) Segunda Prueba**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3

**a. ANOVA**

Tabla 9 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L1(0.05) P2

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61878.8150	3867.4259	0.000000196
+ AGUA	16	61878.5620	3867.4101	0.000001983
- AGUA	16	61878.7190	3867.4199	0.000026996

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 10 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L1(0.05) P2

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.000845840
+ AGUA	0.001167361
- AGUA	0.000025840
SCE	0.002039042

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 11 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L1(0.05) P2

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.0000029375
+ AGUA	0.0000297500
- AGUA	0.0004049375
SCDG	0.0004376250

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 12 Análisis de la Varianza L1(0.05) P2

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00204	2	0.001019521	104.835	0.00000000	3.204
Dentro de los grupos	0.00044	45	0.000009725			
<b>Total</b>	<b>0.00248</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000000$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 13 Prueba de Tukey L1(0.05) P2

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000097
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA		
	HSD=	<b>0.0027</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 14 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L1(0.05) P2

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0158	0.006
+ AGUA			0.010
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 15 Prueba de Dunnett L1(0.05) P2

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000009725
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0025

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 16 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L1(0.05) P2

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0158	0.006

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación L1(0.05) P2**

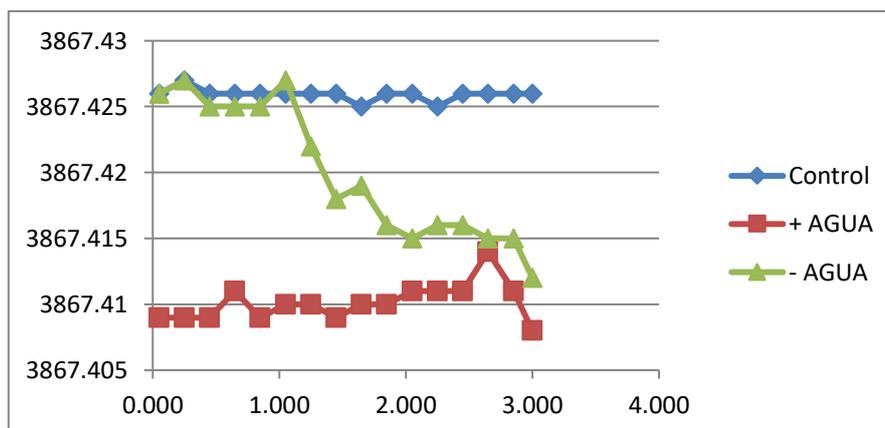


Figura 5 Nivelación L1 (0.05) P2

**4.1.3 Análisis estadístico de la Losa 1 (0.10) Tercera Prueba**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3

**a. ANOVA**

Tabla 17 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L1(0.1) P3

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61879.2890	3867.4556	0.000000662
+ AGUA	16	61878.8790	3867.4299	0.000003396
- AGUA	16	61879.1950	3867.4497	0.000032229

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 18 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L1(0.1) P3

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.001764000
+ AGUA	0.003660250
- AGUA	0.000342250
SCE	0.005766500

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 19 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L1(0.1) P3

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.0000099375
+ AGUA	0.0000509375
- AGUA	0.0004834375
SCDG	0.0005443125

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 20 Análisis de la Varianza L1(0.1) P3

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00577	2	0.002883250	238.367	0.00000000	3.204
Dentro de los grupos	0.00054	45	0.000012096			
<b>Total</b>	<b>0.00631</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000000$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 21 Prueba de Tukey L1(0.1) P3

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000121
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA		
	HSD=	<b>0.0030</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 22 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L1(0.1) P3

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0256	0.006
+ AGUA			0.020
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 23 Prueba de Dunnett L1(0.1) P3

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000012096
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0028

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 24 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L1(0.1) P3

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0256	0.006

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación L1(0.1) P3**

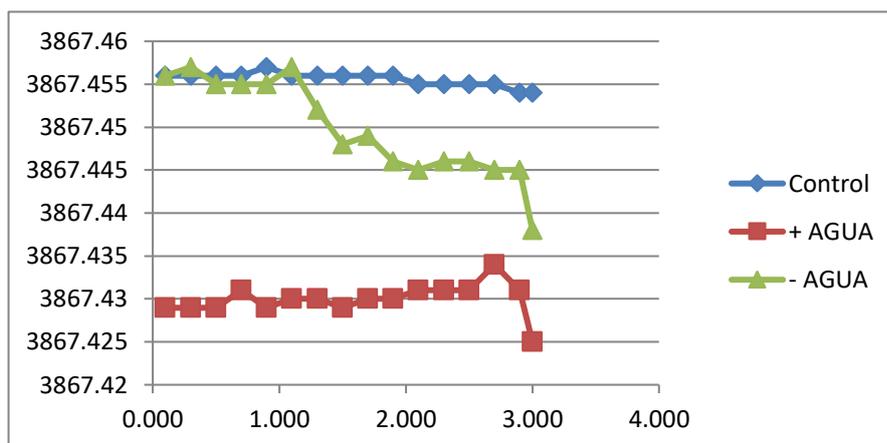


Figura 6 Nivelación L1(0.1) P3

**4.1.4 Análisis estadístico de la Losa 1 (0.15) Cuarta Prueba**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3

**a. ANOVA**

Tabla 25 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L1(0.15) P4

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61879.7680	3867.4855	0.000000400
+ AGUA	16	61879.2020	3867.4501	0.000001983
- AGUA	16	61879.6790	3867.4799	0.000026996

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 26 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L1(0.15) P4

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.002979340
+ AGUA	0.007554507
- AGUA	0.001045444
SCE	0.011579292

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 27 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L1(0.15) P4

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.0000060000
+ AGUA	0.0000297500
- AGUA	0.0004049375
SCDG	0.0004406875

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 28 Análisis de la Varianza L1(0.15) P4

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.01158	2	0.005789646	591.199	0.00000000	3.204
Dentro de los grupos	0.00044	45	0.000009793			
<b>Total</b>	<b>0.01202</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000000$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 29 Prueba de Tukey L1(0.15) P4

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000098
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA		HSD= <b>0.0027</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 30 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L1(0.15) P4

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0354	0.006
+ AGUA			0.030
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 31 Prueba de Dunnett L1(0.15) P4

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000009793
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0025

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 32 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L1(0.15) P4

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0354	0.006

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación L1(0.15) P4**

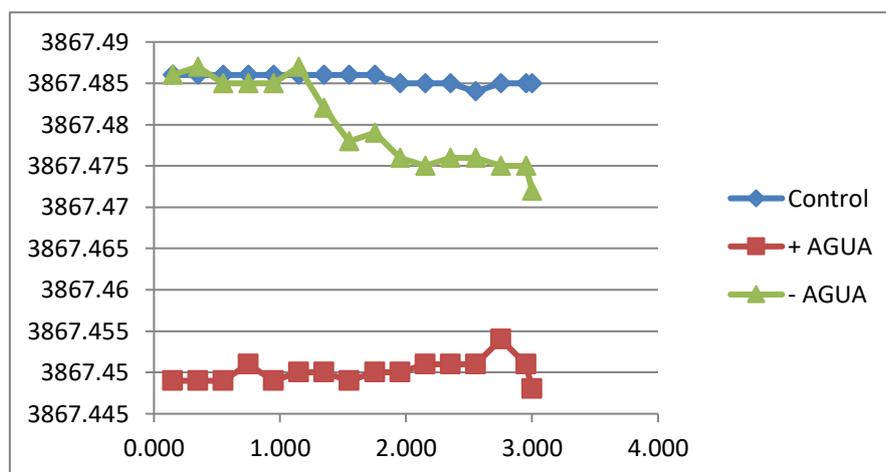


Figura 7 Nivelación L1(0.15) P4

**4.1.5 Análisis estadístico de la Losa 2 (0.00) Primera Prueba**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3

**a. ANOVA**

Tabla 33 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L2(0.00) P1

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61878.4000	3867.4000	0.000000000
+ AGUA	16	61878.2780	3867.3924	0.000004650
- AGUA	16	61878.2440	3867.3903	0.000049667

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 34 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L2(0.00) P1

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.000536694
+ AGUA	0.000053778
- AGUA	0.000250694
<b>SCE</b>	<b>0.000841167</b>

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 35 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L2(0.00) P1

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.0000000000
+ AGUA	0.0000697500
- AGUA	0.0007450000
<b>SCDG</b>	<b>0.0008147500</b>

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 36 Análisis de la Varianza L2(0.00) P1

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00084	2	0.000420583	23.230	0.00000012	3.204
Dentro de los grupos	0.00081	45	0.000018106			
<b>Total</b>	<b>0.00166</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000012$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 37 Prueba de Tukey L2(0.00) P1

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000181
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA		
	HSD=	<b>0.0036</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 38 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L2(0.00) P1

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0076	0.010
+ AGUA			0.002
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			NO
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 39 Prueba de Dunnett L2(0.00) P1

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000018106
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0034

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 40 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L2(0.00) P1

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0076	0.010

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación L2(0.00) P1**

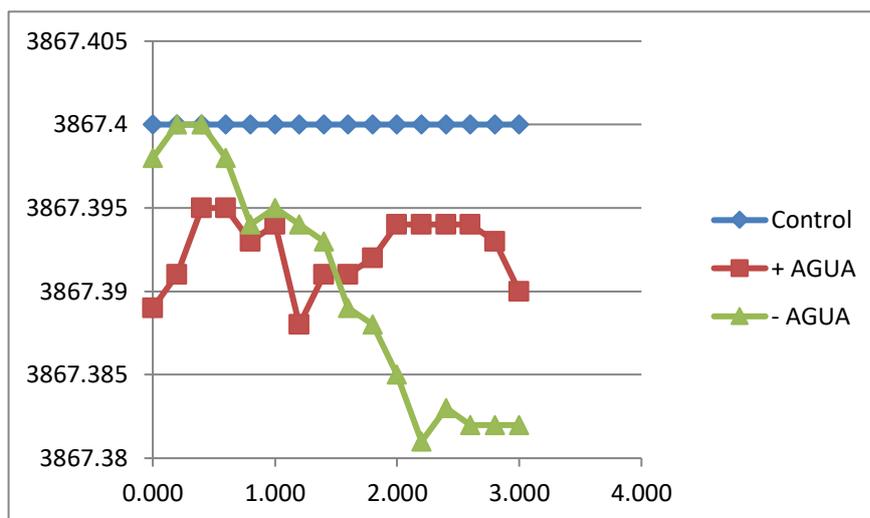


Figura 8 Nivelación L2(0.00) P1

**4.1.6 Análisis estadístico de la Losa 2 (0.05) Segunda Prueba**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3

**a. ANOVA**

Tabla 41 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L2(0.05) P2

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61878.8000	3867.4250	0.000026667
+ AGUA	16	61878.6010	3867.4126	0.000004263
- AGUA	16	61878.7240	3867.4203	0.000049667

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 42 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L2(0.05) P2

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.000525174
+ AGUA	0.000720028
- AGUA	0.000015340
SCE	0.001260542

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 43 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L2(0.05) P2

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.0004000000
+ AGUA	0.0000639375
- AGUA	0.0007450000
SCDG	0.0012089375

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 44 Análisis de la Varianza L2(0.05) P2

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00126	2	0.000630271	23.460	0.00000010	3.204
Dentro de los grupos	0.00121	45	0.000026865			
<b>Total</b>	<b>0.00247</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000010$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 45 Prueba de Tukey L2(0.05) P2

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000269
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA		
	HSD=	<b>0.0044</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 46 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L2(0.05) P2

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0124	0.005
+ AGUA			0.008
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 47 Prueba de Dunnett L2(0.05) P2

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000026865
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0042

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 48 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L2(0.05) P2

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0124	0.005

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación L2(0.05) P2**

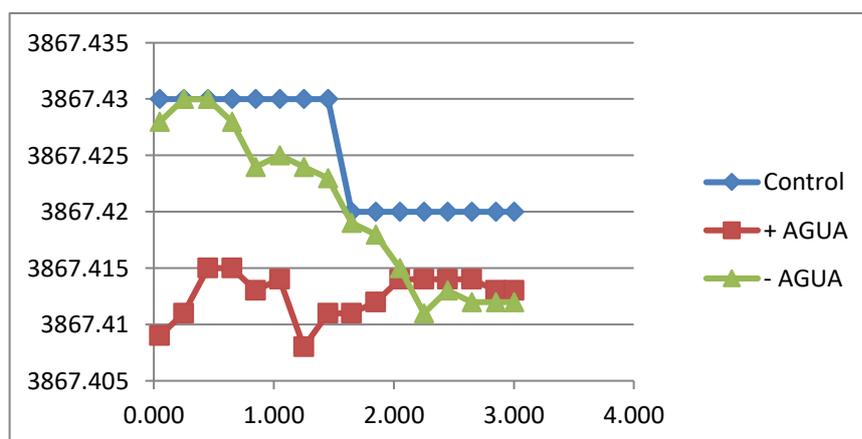


Figura 9 Nivelación L2(0.05) P2

**4.1.7 Análisis estadístico de la Losa 2 (0.10) Tercera Prueba**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3

**a. ANOVA**

Tabla 49 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L2(0.10) P3

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61879.2860	3867.4554	0.000000383
+ AGUA	16	61878.9210	3867.4326	0.000004262
- AGUA	16	61879.2040	3867.4503	0.000049667

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 50 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L2(0.10) P3

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.001387563
+ AGUA	0.002916000
- AGUA	0.000280563
SCE	0.004584125

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 51 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L2(0.10) P3

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.0000057500
+ AGUA	0.0000639375
- AGUA	0.0007450000
SCDG	0.0008146875

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 52 Análisis de la Varianza L2(0.10) P3

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00458	2	0.002292063	126.604	0.00000000	3.204
Dentro de los grupos	0.00081	45	0.000018104			
<b>Total</b>	<b>0.00540</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000000$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 53 Prueba de Tukey L2(0.10) P3

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000181
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA		
	HSD=	<b>0.0036</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 54 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L2(0.10) P3

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0228	0.005
+ AGUA			0.018
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 55 Prueba de Dunnett L2(0.10) P3

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000018104
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0034

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 56 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L2(0.10) P3

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0228	0.005

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación L2(0.10) P3**

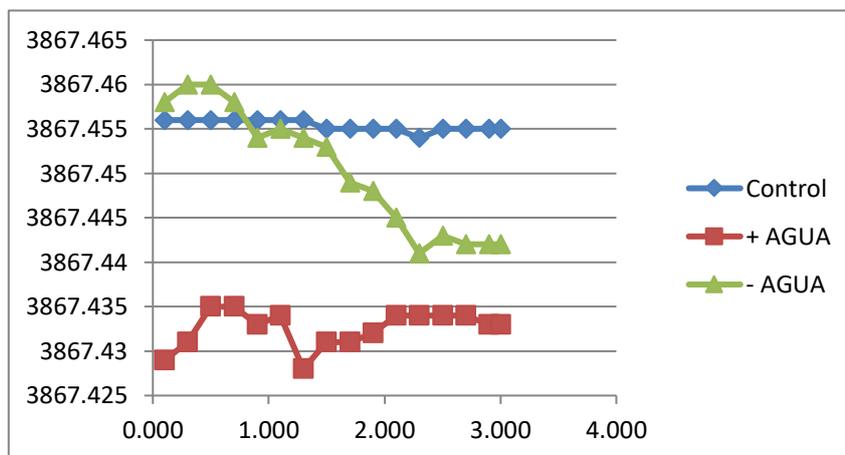


Figura 10 Nivelación L2(0.10) P3

**4.1.8 Análisis estadístico de la Losa 2 (0.15) Cuarta Prueba**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3

**a. ANOVA**

Tabla 57 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L2(0.15) P4

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61879.8210	3867.4888	0.000001229
+ AGUA	16	61879.2410	3867.4526	0.000004262
- AGUA	16	61879.6840	3867.4803	0.000049667

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 58 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L2(0.15) P4

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.003570062
+ AGUA	0.007267563
- AGUA	0.000650250
SCE	0.011487875

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 59 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L2(0.15) P4

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.0000184375
+ AGUA	0.0000639375
- AGUA	0.0007450000
SCDG	0.0008273750

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 60 Análisis de la Varianza L2(0.15) P4

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.01149	2	0.005743938	312.406	0.00000000	3.204
Dentro de los grupos	0.00083	45	0.000018386			
<b>Total</b>	<b>0.01232</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000000$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 61 Prueba de Tukey L2(0.15) P4

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000184
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA		
	HSD=	<b>0.0036</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 62 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L2(0.15) P4

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0362	0.009
+ AGUA			0.028
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 63 Prueba de Dunnett L2(0.15) P4

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000018386
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0034

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 64 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L2(0.15) P4

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0362	0.009

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación L2(0.15) P4**

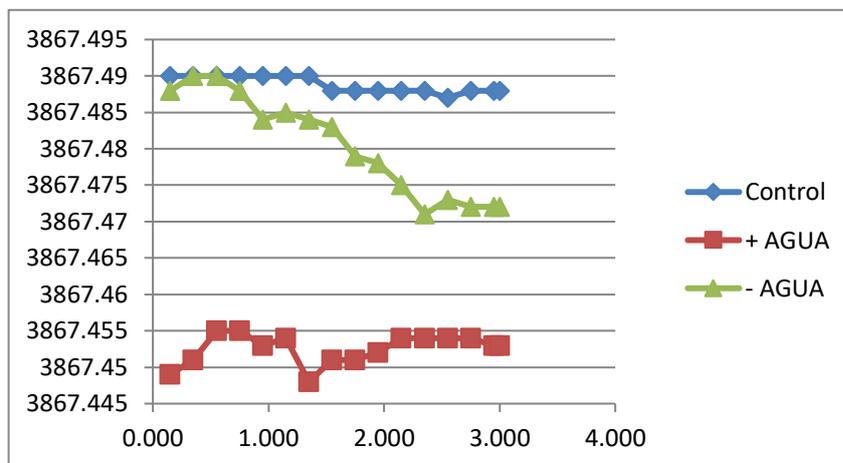


Figura 11 Nivelación L2(0.15) P4

**4.1.9 Análisis estadístico de la Losa 3 (0.00) Primera Prueba**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3

**a. ANOVA**

Tabla 65 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L3 (0.00) P1

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61878.3640	3867.3978	0.000000200
+ AGUA	16	61878.2770	3867.3923	0.000004496
- AGUA	16	61878.2390	3867.3899	0.000039796

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 66 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L3 (0.00) P1

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.000312111
+ AGUA	0.000016674
- AGUA	0.000184507
<b>SCE</b>	<b>0.000513292</b>

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 67 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L3 (0.00) P1

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.0000030000
+ AGUA	0.0000674375
- AGUA	0.0005969375
<b>SCDG</b>	<b>0.0006673750</b>

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 68 Análisis de la Varianza L3 (0.00) P1

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00051	2	0.000256646	17.305	0.00000266	3.204
Dentro de los grupos	0.00067	45	0.000014831			
<b>Total</b>	<b>0.00118</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000266$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 69 Prueba de Tukey L3 (0.00) P1

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000148
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA		
	HSD=	<b>0.0033</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 70 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L3 (0.00) P1

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0054	0.008
+ AGUA			0.002
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			NO
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 71 Prueba de Dunnett L3 (0.00) P1

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000014831
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0031

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 72 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L3 (0.00) P1

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0054	0.008

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación L3 (0.00) P1**

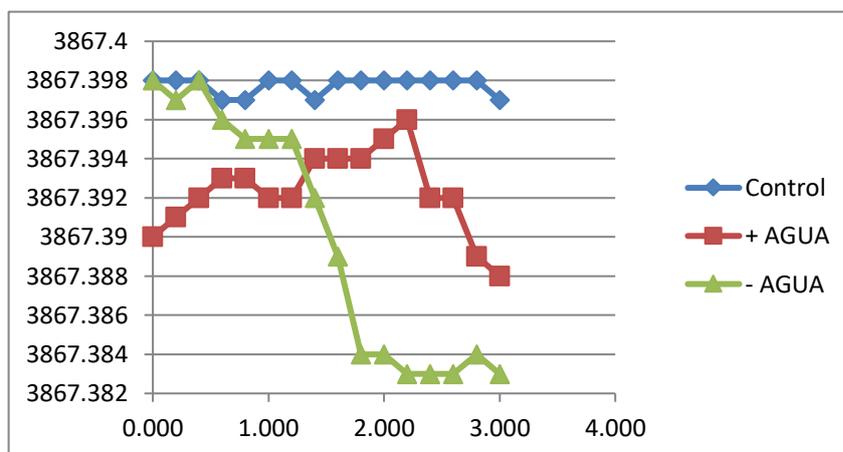


Figura 12 Nivelación L3 (0.00) P1

**4.1.10 Análisis estadístico de la Losa 3 (0.05) Segunda Prueba**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3

**a. ANOVA**

Tabla 73 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L3 (0.05) P2

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61878.8240	3867.4265	0.000000667
+ AGUA	16	61878.5980	3867.4124	0.000003983
- AGUA	16	61878.7200	3867.4200	0.000038933

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 74 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L3 (0.05) P2

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.000756250
+ AGUA	0.000841000
- AGUA	0.000002250
<b>SCE</b>	<b>0.001599500</b>

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 75 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L3 (0.05) P2

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.0000100000
+ AGUA	0.0000597500
- AGUA	0.0005840000
<b>SCDG</b>	<b>0.0006537500</b>

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 76 Análisis de la Varianza L3 (0.05) P2

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00160	2	0.000799750	55.050	0.00000000	3.204
Dentro de los grupos	0.00065	45	0.000014528			
<b>Total</b>	<b>0.00225</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000000$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 77 Prueba de Tukey L3 (0.05) P2

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000145
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA		<b>0.0032</b>
	HSD=	

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 78 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L3 (0.05) P2

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0141	0.007
+ AGUA			0.008
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 79 Prueba de Dunnett L3 (0.05) P2

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000014528
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0031

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 80 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L3 (0.05) P2

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0141	0.007

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación L3 (0.05) P2**

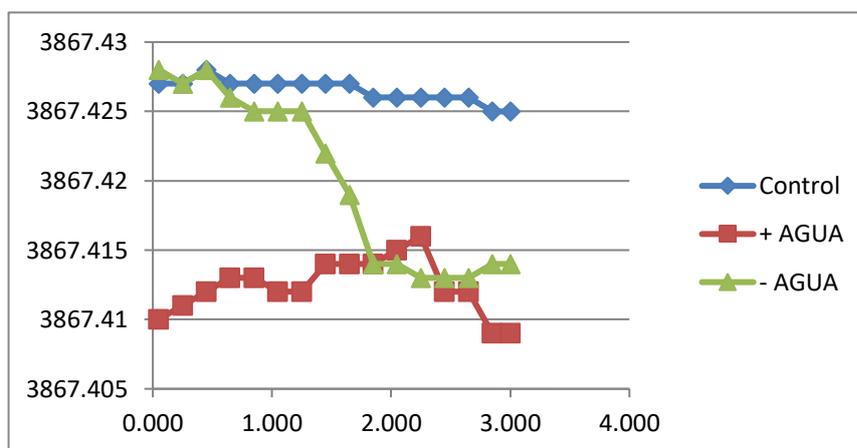


Figura 13 Nivelación L3 (0.05) P2

**4.1.11 Análisis estadístico de la Losa 3 (0.10) Tercera Prueba**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3

**a. ANOVA**

Tabla 81 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L3 (0.10) P3

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61879.3190	3867.4574	0.000000396
+ AGUA	16	61878.9180	3867.4324	0.000003983
- AGUA	16	61879.2000	3867.4500	0.000038933

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 82 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L3 (0.10) P3

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.001877778
+ AGUA	0.003239507
- AGUA	0.000184507
<b>SCE</b>	<b>0.005301792</b>

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 83 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L3 (0.10) P3

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.0000059375
+ AGUA	0.0000597500
- AGUA	0.0005840000
<b>SCDG</b>	<b>0.0006496875</b>

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 84 Análisis de la Varianza L3 (0.10) P3

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00530	2	0.002650896	183.612	0.00000000	3.204
Dentro de los grupos	0.00065	45	0.000014438			
<b>Total</b>	<b>0.00595</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000000$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 85 Prueba de Tukey L3 (0.10) P3

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000144
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA		
	HSD=	<b>0.0032</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 86 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L3 (0.10) P3

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0251	0.007
+ AGUA			0.018
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 87 Prueba de Dunnett L3 (0.10) P3

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000014438
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0030

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 88 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L3 (0.10) P3

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0251	0.007

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación L3 (0.10) P3**

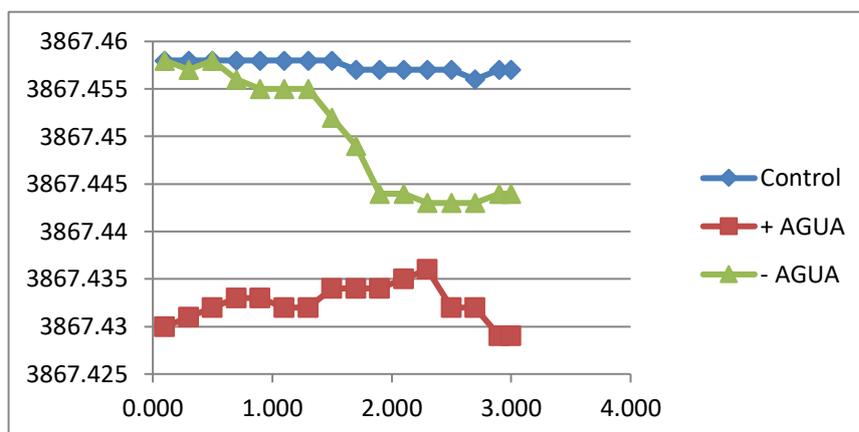


Figura 14 Nivelación L3 (0.10) P3

**4.1.12 Análisis estadístico de la Losa 3 (0.15) Cuarta Prueba**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 3

**a. ANOVA**

Tabla 89 Resumen: n, sumas, promedio y varianza L3 (0.15) P4

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	16	61879.3190	3867.4574	0.000000396
+ AGUA	16	61878.9180	3867.4324	0.000003983
- AGUA	16	61879.2000	3867.4500	0.000038933

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 90 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE)  
L3 (0.15) P4

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.003249
+ AGUA	0.007014062
- AGUA	0.000715563
SCE	0.010978625

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 91 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) L3 (0.15) P4

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	3.9375E-06
+ AGUA	5.975E-05
- AGUA	0.000584
SCDG	0.000647687

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 92 Análisis de la Varianza L3 (0.15) P4

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.01098	2	0.005489313	381.386	6.071E-29	3.204
Dentro de los grupos	0.00065	45	0.000014393			
<b>Total</b>	<b>0.01163</b>	<b>47</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=6.07127E-29$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 93 Prueba de Tukey L3 (0.15) P4

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.4
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0000144
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA		
	HSD=	<b>0.0032</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 94 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey L3 (0.15) P4

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		0.0352	0.008
+ AGUA			0.028
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 95 Prueba de Dunnett L3 (0.15) P4

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.27
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.000014393
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	45.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	16
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.0030

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 96 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett L3 (0.15) P4

	+ AGUA	- AGUA
Control	0.0352	0.008

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

d. Representación L3 (0.15) P4

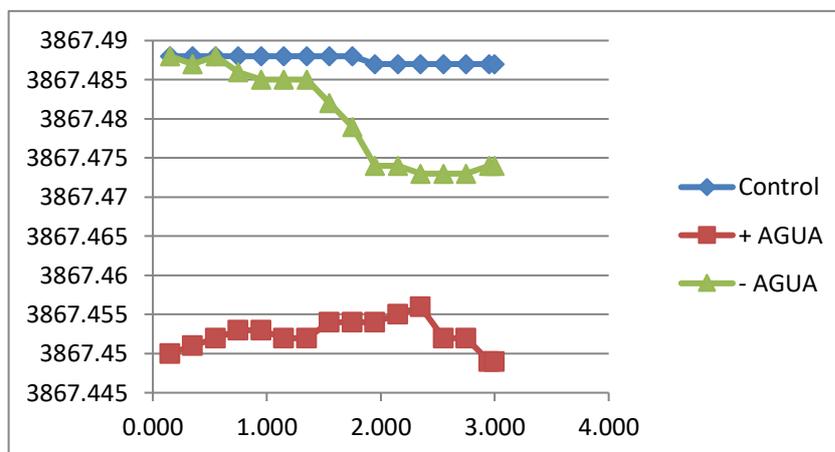


Figura 15 Nivelación L3 (0.15) P4

4.1.13 Resultado de las alturas de la Losa 1

Tabla 97 Diferencia de Alturas Losa 1

Grupos	Primera Prueba		Segunda Prueba		Tercera Prueba		Cuarta Prueba	
	Cotas	Dif.	Cotas	Dif.	Cotas	Dif.	Cotas	Dif.
Control	3867.397	0.000	3867.426	0.000	3867.456	0.000	3867.486	0.000
+ Agua	3867.390	0.007	3867.410	0.016	3867.430	0.026	3867.450	0.035
- Agua	3867.390	0.007	3867.420	0.006	3867.450	0.006	3867.480	0.006

Fuente: Elaborado con el promedio de las alturas de cada una de las 4 pruebas de la losa 1

Tabla 98 Resumen de Alturas Losa 1

Grupos	Promedio	
	Cotas	Dif.
Control	3867.441	0.000
+ AGUA	3867.420	-0.021
- AGUA	3867.435	-0.006

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.14 Resultado de las alturas de la Losa 2

Tabla 99 Diferencia de Alturas Losa 2

Grupos	Primera Prueba		Segunda Prueba		Tercera Prueba		Cuarta Prueba	
	Cotas	Dif.	Cotas	Dif.	Cotas	Dif.	Cotas	Dif.
Control	3867.400	0.000	3867.425	0.000	3867.455	0.000	3867.489	0.000
+ Agua	3867.392	0.008	3867.413	0.012	3867.433	0.023	3867.453	0.036
- Agua	3867.390	0.010	3867.420	0.005	3867.450	0.005	3867.480	0.009

Fuente: Elaborado con el promedio de las alturas de cada una de las 4 pruebas de la losa 2

Tabla 100 Resumen de Alturas Losa 2

Grupos	Promedio	
	Cotas	Dif.
Control	3867.442	0.000
+ AGUA	3867.423	0.020
- AGUA	3867.435	0.007

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.15 Resultado de las alturas de la Losa 3

Tabla 101 Diferencia de Alturas Losa 3

Grupos	Primera Prueba		Segunda Prueba		Tercera Prueba		Cuarta Prueba	
	Cotas	Dif.	Cotas	Dif.	Cotas	Dif.	Cotas	Dif.
Control	3867.398	0.000	3867.427	0.000	3867.457	0.000	3867.488	0.000
+ Agua	3867.392	0.005	3867.412	0.014	3867.432	0.025	3867.452	0.035
- Agua	3867.390	0.008	3867.420	0.007	3867.450	0.007	3867.480	0.008

Fuente: Elaborado con el promedio de las alturas de cada una de las 4 pruebas de la losa 3

Tabla 102 Resumen de Alturas Losa 3

Grupos	Promedio	
	Cotas	Dif.
Control	3867.442	0.000
+ AGUA	3867.422	0.020
- AGUA	3867.435	0.007

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Determinar la longitud de la falla por contracción de un concreto

### 4.2.1 Análisis estadístico de las Fisuras de la Losa

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en la tabla 111.

#### a. ANOVA

Tabla 103 Resumen: n, sumas, promedio y varianza  
Fisura de la Losa

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	3	0.1700	0.0567	0.006633333
+ AGUA	3	4.0700	1.3567	0.031633333
- AGUA	3	0.0500	0.0167	0.000033333

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 104 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Fisura de la Losa

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.52920
+ AGUA	2.32320
- AGUA	0.63480
SCE	3.48720

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 105 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Fisura de la Losa

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.01327
+ AGUA	0.06327
- AGUA	0.00007
SCDG	0.07660

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 106 Análisis de la Varianza Fisura de la Losa

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.48720	2	1.74360	136.574	0.00000993	5.143
Dentro de los grupos	0.07660	6	0.01277			
<b>Total</b>	<b>3.56380</b>	<b>8</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000993$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 107 Prueba de Tukey Fisura de la Losa

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	4.34
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	0.0127667
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	3
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA	HSD=	<b>0.2831</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 108 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Fisura de la Losa

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		1.3000	0.040
+ AGUA			1.340
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	NO
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

c. **Dunnett**

Tabla 109 Prueba de Dunnett Fisura de la Losa

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1,f)$	2.86
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	0.012766667
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	6.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	3
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	0.2639

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 110 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Fisura de la Losa

	+ AGUA	- AGUA
Control	1.3000	0.040

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación Fisura de la Losa**

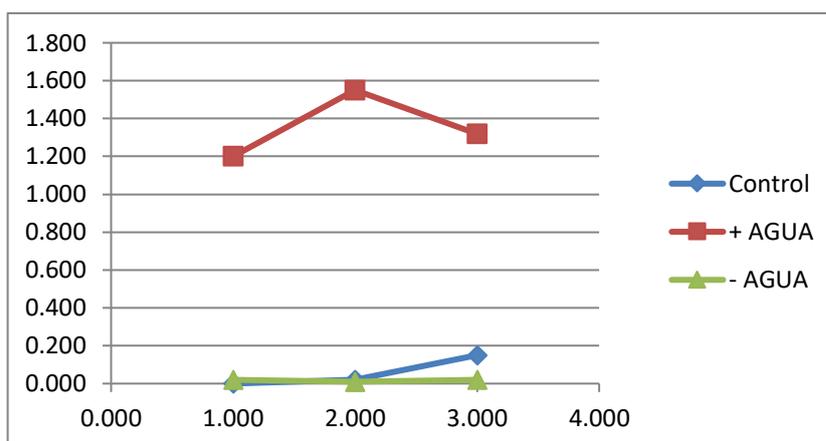


Figura 16 Fisura de la Losa

**4.2.2 Resumen de la longitud de las Fisuras de la Losa**

Tabla 111 Fisuras de las Losas

	Control	+ Agua	- Agua
1	0.000	1.200	0.020
2	0.020	1.550	0.010
3	0.150	1.320	0.020

Tabla 112 Resumen del Promedio Fisuras de las Losas

	Control	+ Agua	- Agua
Promedio	0.057	1.357	0.017

**4.3 Determinar resistencia a la compresión del concreto**

**4.3.1 Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a los 3 días**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 8

a. ANOVA

Tabla 113 Resumen: n, sumas, promedio y varianza Resistencia del C° 3d

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	3	403.9669	134.6556	6.189378031
+ AGUA	3	363.6300	121.2100	2.779506186
- AGUA	3	409.0077	136.3359	7.266997414

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 114 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Resistencia del C° 3d

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	46.1410536
+ AGUA	272.1106521
- AGUA	94.1492989
SCE	412.4010046

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 115 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Resistencia del C° 3d

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	12.3787561
+ AGUA	5.5590124
- AGUA	14.5339948
SCDG	32.4717633

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 116 Análisis de la Varianza Resistencia del C° 3d

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	412.40100	2	206.20050	38.101	0.00039	5.143
Dentro de los grupos	32.47176	6	5.41196			
<b>Total</b>	<b>444.87277</b>	<b>8</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad P=0.00039 y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 117 Prueba de Tukey Resistencia del C° 3d

DESCRIPCIÓN	Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador= 4.34
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE= 5.4119605
TAMAÑO DE MUESTRA	N= 3
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA	HSD= <b>5.8292</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 118 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del C° 3d

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		13.4456	1.680
+ AGUA			15.126
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	NO
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 119 Prueba de Dunnett Resistencia del C° 3d

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.86
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	5.411960543
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	6.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	3
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	5.4325

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 120 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del C° 3d

	+ AGUA	- AGUA
Control	13.4456	1.680

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación de la Resistencia del C° 3d**

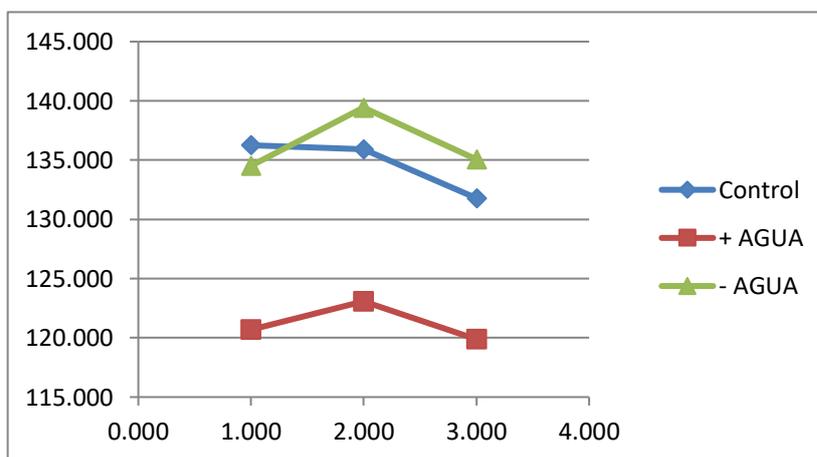


Figura 17 Representación de la Resistencia del C° 3d

**4.3.2 Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a los 7 días**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 8

a. ANOVA

Tabla 121 Resumen: n, sumas, promedio y varianza Resistencia del C° 7d

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	3	491.3774	163.7925	3.923443729
+ AGUA	3	448.3100	149.4367	1.754782518
- AGUA	3	497.0126	165.6709	8.578082396

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 122 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Resistencia del C° 7d

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	51.89529
+ AGUA	311.91580
- AGUA	109.35511
SCE	473.16620

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 123 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Resistencia del C° 7d

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	7.84689
+ AGUA	3.50957
- AGUA	17.15616
SCDG	28.51262

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 124 Análisis de la Varianza Resistencia del C° 7d

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	473.16620	2	236.58310	49.785	0.00018358	5.143
Dentro de los grupos	28.51262	6	4.75210			
<b>Total</b>	<b>501.67882</b>	<b>8</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00018358$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 125 Prueba de Tukey Resistencia del C° 7d

DESCRIPCIÓN	Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador= 4.34
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE= 4.7521029
TAMAÑO DE MUESTRA	N= 3
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA	HSD= <b>5.4623</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 126 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del C° 7d

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		14.3558	1.878
+ AGUA			16.234
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	NO
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 127 Prueba de Dunnett Resistencia del C° 7d

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.86
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	4.752102881
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	6.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	3
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	5.0905

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 128 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del C° 7d

	+ AGUA	- AGUA
Control	14.3558	1.878

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación de la Resistencia del C° 7d**

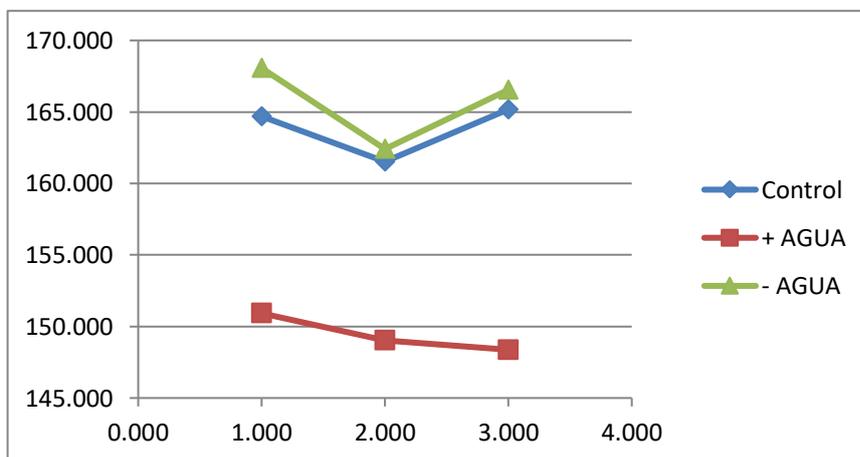


Figura 18 Representación de la Resistencia del C° 7d

### 4.3.3 Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a los 14 días

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 8

#### a. ANOVA

Tabla 129 Resumen: n, sumas, promedio y varianza  
Resistencia del C° 14d

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	3	552.1835	184.0612	23.168625814
+ AGUA	3	499.4313	166.4771	1.323258121
- AGUA	3	599.8735	199.9578	11.770735352

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 130 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos  
(SCE) Resistencia del C° 14d

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.94915
+ AGUA	869.20473
- AGUA	812.70804
SCE	1682.86191

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 131 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Resistencia del C° 14d

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	46.33725
+ AGUA	2.64652
- AGUA	23.54147
SCDG	72.52524

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 132 Análisis de la Varianza Resistencia del C° 14d

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1682.86191	2	841.43096	69.611	0.00007053	5.143
Dentro de los grupos	72.52524	6	12.08754			
<b>Total</b>	<b>1755.38715</b>	<b>8</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad P=0.00007053 y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 133 Prueba de Tukey Resistencia del C° 14d

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	4.34
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	12.0875398
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	3
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA	HSD=	<b>8.7116</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S E}{n}}$$

Tabla 134 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del C° 14d

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		17.5841	15.897
+ AGUA			33.481
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

c. **Dunnett**

Tabla 135 Prueba de Dunnett Resistencia del C° 14d

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1,f)$	2.86
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	12.087539762
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	6.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	3
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	8.1188

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 136 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del C° 14d

	+ AGUA	- AGUA
Control	17.5841	15.897

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación de la Resistencia del C° 14d**

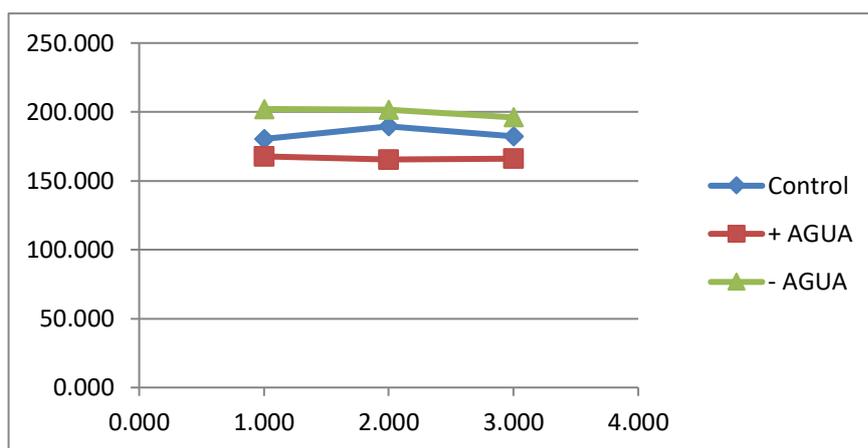


Figura 19 Representación de la Resistencia del C° 3d

**4.3.4 Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a los 28 días**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 8

**a. ANOVA**

Tabla 137 Resumen: n, sumas, promedio y varianza  
Resistencia del C° 28d

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	3	639.6138	213.2046	9.803855355
+ AGUA	3	592.9113	197.6371	19.931566896
- AGUA	3	688.8761	229.6254	0.305641596

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 138 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Resistencia del C° 28d

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.24268
+ AGUA	753.85048
- AGUA	781.14429
SCE	1535.23745

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 139 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Resistencia del C° 28d

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	19.60771
+ AGUA	39.86313
- AGUA	0.61128
SCDG	60.08213

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 140 Análisis de la Varianza Resistencia del C° 28d

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1535.23745	2	767.61873	76.657	0.00005342	5.143
Dentro de los grupos	60.08213	6	10.01369			
<b>Total</b>	<b>1595.31958</b>	<b>8</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00005342$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 141 Prueba de Tukey Resistencia del C° 28d

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	4.34
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	10.0136879
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	3
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA	HSD=	<b>7.9291</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S E}{n}}$$

Tabla 142 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del C° 28d

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		15.5675	16.421
+ AGUA			31.988
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		SI	SI
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

c. **Dunnett**

Tabla 143 Prueba de Dunnett Resistencia del C° 28d

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.86
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	10.013687949
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	6.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	3
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	7.3895

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 144 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del C° 28d

	+ AGUA	- AGUA
Control	15.5675	16.421

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación de la Resistencia del C° 28d**

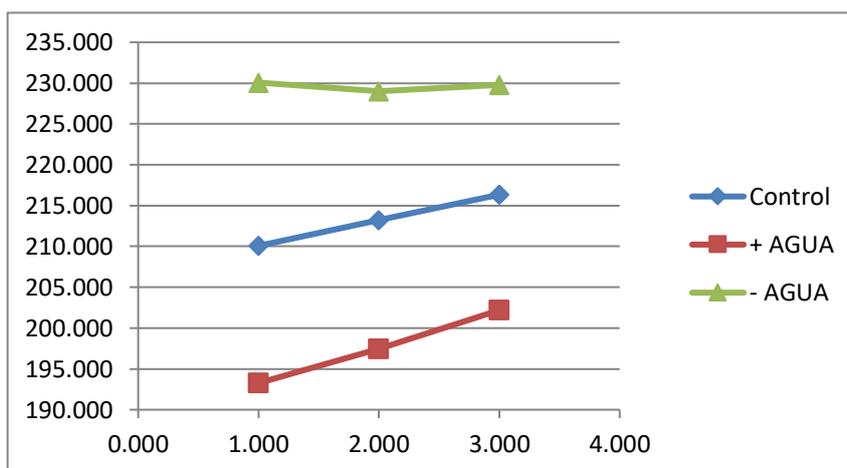


Figura 20 Representación de la Resistencia del C° 28d

**4.3.5 Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a los 56 días**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 8

**a. ANOVA**

Tabla 145 Resumen: n, sumas, promedio y varianza Resistencia del C° 56d

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	3	654.7968	218.2656	81.793542154
+ AGUA	3	615.1638	205.0546	12.358496485
- AGUA	3	689.9075	229.9692	11.002200303

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 146 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos  
(SCE) Resistencia del C° 56d

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	0.75747
+ AGUA	484.52006
- AGUA	446.96246
SCE	932.24000

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 147 Sumatoria de Cuadrados dentro de los  
Grupos (SCDG) Resistencia del C° 56d

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	163.58708
+ AGUA	24.71699
- AGUA	22.00440
SCDG	210.30848

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 148 Análisis de la Varianza Resistencia del C°  
56d

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	932.24000	2	466.12000	13.298	0.00623658	5.143
Dentro de los grupos	210.30848	6	35.05141			
<b>Total</b>	<b>1142.54848</b>	<b>8</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00623658$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 149 Prueba de Tukey Resistencia del C° 56d

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	4.34
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	35.0514130
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	3
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA	HSD=	<b>14.8348</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S E}{n}}$$

Tabla 150 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del C° 56d

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		13.2110	11.704
+ AGUA			24.915
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		NO	NO
+ AGUA			SI
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

c. **Dunnett**

Tabla 151 Prueba de Dunnett Resistencia del C° 56d

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.86
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	35.051412981
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	6.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	3
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	13.8253

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 152 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del C° 56d

	+ AGUA	- AGUA
Control	13.2110	11.704

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**d. Representación de la Resistencia del C° 56d**

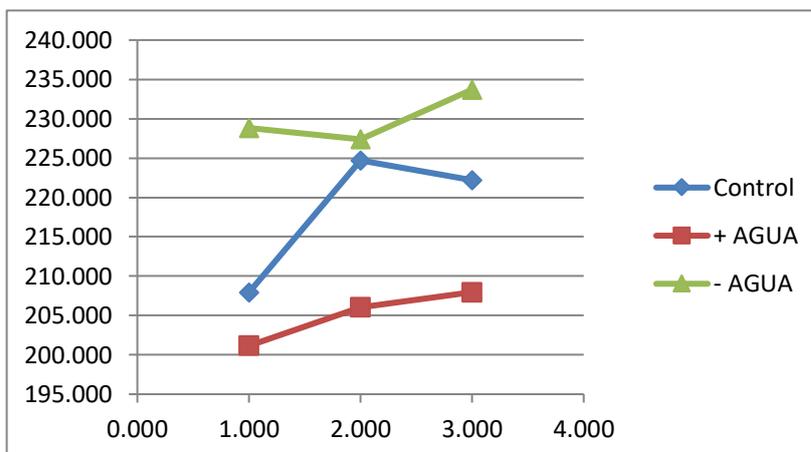


Figura 21 Representación de la Resistencia del C° 56d

**4.3.6 Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión a las diferentes edades (3 – 7 – 14 – 28 – 56)**

Los datos para el análisis estadístico han sido tomados a partir de la libreta de campo que se encuentran en el Anexo 8

**a. ANOVA**

Tabla 153 Resumen: n, sumas, promedio y varianza Resistencia del Concreto

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Control	5	482.5093	96.5019	1215.75144
+ AGUA	5	437.1238	87.4248	1196.90318
- AGUA	5	501.9646	100.3929	1677.96988

Fuente: elaboración propia con los datos de la libreta de campo

Tabla 154 Sumatoria de Cuadrados entre Grupos (SCE) Resistencia del Concreto

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	35719.62943
+ AGUA	43803.72218
- AGUA	32506.53745
SCE	112029.88906

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 155 Sumatoria de Cuadrados dentro de los Grupos (SCDG) Resistencia del Concreto

Tipo de Observación	Sumatoria
Control	4863.00576
+ AGUA	4787.61270
- AGUA	6711.87951
SCDG	16362.49798

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

$$\sum ni (\bar{X}_i - \bar{X}_{total})^2$$

Tabla 156 Análisis de la Varianza Resistencia del Concreto

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	112029.88906	2	56014.94453	41.080	0.00000428	3.885
Dentro de los grupos	16362.49798	12	1363.54150			
<b>Total</b>	<b>128392.38704</b>	<b>14</b>				

Fuente: elaboración propia con los datos de la tabla 1

Como el valor de la probabilidad  $P=0.00000428$  y es menor que el error  $\alpha = 0.05$  se **RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA** es necesario realizar una prueba Post-hoc, para determinar en cuál de las muestras presentan diferencias, para esto utilizaremos la Prueba de Tukey, y para realizar una comparación de las muestras con el grupo control realizaremos la prueba de Dunnett.

**b. Tukey**

Tabla 157 Prueba de Tukey Resistencia del Concreto

DESCRIPCIÓN		Resultado
VALOR DE Q ALFA(*)	Multiplicador=	3.77
CUADRADO DE ERROR MEDIO	MSE=	1363.54150
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	5
DIFERENCIA HONESTAMENTE SIGNIFICATIVA	HSD=	<b>62.2573</b>

Fuente: Elaboración propia

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(a, f) \sqrt{\frac{M S_E}{n}}$$

Tabla 158 Resumen del Análisis de la Prueba de Tukey Resistencia del Concreto

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		9.0771	3.891
+ AGUA			12.968
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

	Control	+ AGUA	- AGUA
Control		NO	NO
+ AGUA			NO
- AGUA			

Fuente: Elaboración propia

**c. Dunnett**

Tabla 159 Prueba de Dunnett Resistencia del Concreto

DESCRIPCIÓN		Resultado
CONSTANTE DE LA PRUEBA	$d(a-1, f)$	2.5
CUADRADO MEDIO DEL ERROR	MSE=	1363.54150
GRADOS LIBERTAD DEL ERROR	$f=n-a =$	6.00
TAMAÑO DE MUESTRA	N=	5
ESTADÍSTICO DE PRUEBA	D=	58.3854

Fuente: Elaboración propia

(\*) Los grados de libertad se han obtenido de la tabla de dunnett que se adjunta en el anexo

$$D_{\alpha} = d_{\alpha}(a - 1, f) \sqrt{\frac{2 M S E}{n}}$$

Tabla 160 Resumen del Análisis de la Prueba de Dunnett Resistencia del Concreto

	+ AGUA	- AGUA
Control	9.0771	3.891

Fuente: Elaboración propia

	+ AGUA	- AGUA
Control	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

**4.3.7 Resumen de la Resistencia a la compresión a las diferentes edades (3 – 7 – 14 – 28 – 56)**

Tabla 161 Resumen de las Resistencias a la Compresión

Edad	Pruebas		
	Control	+ Agua	- Agua
3	134.656	121.210	136.336
7	163.792	149.437	165.671
14	184.061	166.477	199.958
28	213.205	197.637	229.625
56	218.266	205.055	229.969

Fuente: Pruebas de laboratorio.

**a. Representación de la Resistencia del Concreto**

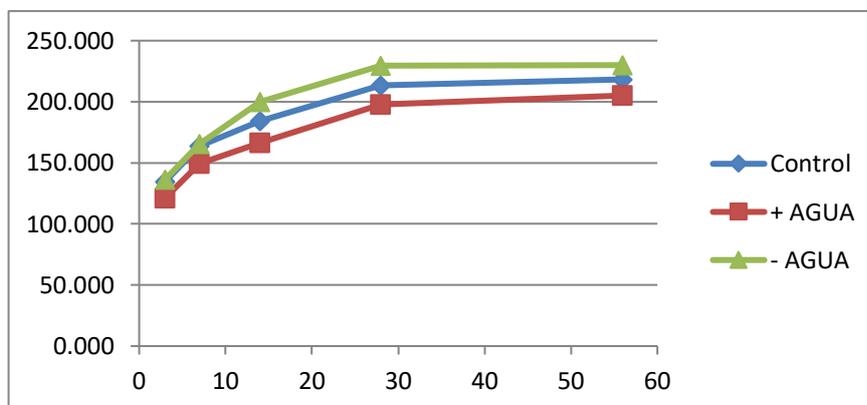


Figura 22 Representación de la Resistencia del Concreto

## CONCLUSIONES

### PRIMERA

Se determinó la altura del asentamiento de los niveles de la rasante por exceso o falta de agua en el proceso constructivo de un pavimento rígido. En la losa 1 del grupo control (0% de agua) y el grupo (+5% de agua) tiene una diferencia de -0.021 m., el grupo control (0% de agua) y el grupo (-5% de agua) tiene una diferencia de - 0.006 m. En la losa 2 del grupo control (0% de agua) y el grupo (+5% de agua) tiene una diferencia de -0.020 m., el grupo control (0% de agua) y el grupo (-5% de agua) tiene una diferencia de - 0.007 m. En la losa 3 del grupo control (0% de agua) y el grupo (+5% de agua) tiene una diferencia de -0.020 m., el grupo control (0% de agua) y el grupo (-5% de agua) tiene una diferencia de - 0.007 m.

### SEGUNDA

Se determinó la longitud de la falla por contracción de un concreto por exceso o falta de agua en un pavimento rígido, cuyos resultados son en la losa Control se tiene una longitud de 0.057, en la losa (+5%) de agua se tiene una longitud de 1.357, y en la losa (-5%) de agua se tiene una longitud de 0.017.

### TERCERA

Se determinó resistencia a la compresión del concreto por exceso o falta de agua de un pavimento rígido cuya progresión se muestra en la tabla 161. A los 3 días de edad existe una diferencia de resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> del Grupo Control con el Grupo (+5%) de agua de -13.446, y del Grupo Control con el Grupo (-5%) de agua de +1.68. A los 7 días de edad existe una diferencia de resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> del Grupo Control con el Grupo (+5%) de agua de -14.356, y del Grupo Control con el Grupo (-5%) de agua de +1.878. A los 14 días de edad existe una diferencia de resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> del Grupo Control con el Grupo (+5%) de agua de -17.584, y del Grupo Control con el Grupo (-5%) de agua de +15.897. A los 28 días de edad existe una diferencia de resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> del Grupo Control con el Grupo (+5%) de agua de -15.568, y del Grupo Control con el Grupo (-5%) de agua de +16.421. A los 56 días de edad existe una diferencia de resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> del Grupo Control con el Grupo (+5%) de agua de -13.211, y del Grupo Control con el Grupo (-5%) de agua de +11.704.

## RECOMENDACIONES

### PRIMERA

Frente a las alturas del asentamiento de los niveles de la rasante, por exceso o falta de agua en su proceso constructivo de un pavimento rígido, como recomendación se debe tomar en cuenta lo estrictamente señalado en el diseño de mezclas con respecto a la cantidad de agua requerida para el tipo de diseño de mezcla, por el método del comité ACI asimismo el Slamp requerido para que la pasta se homogénea y que posteriormente no sufra deformaciones o asentamientos en la rasante del pavimento.

### SEGUNDA

Para reducir las fallas de contracción de un concreto por exceso o falta de agua en un pavimento rígido es necesario controlar la cantidad de agua, puesto que por el exceso de agua hace que exista mayor fisuración, frente a la cantidad de agua proporcionada por el diseño, y frente a la menor cantidad de agua en la pasta, recomendándose que se tenga presente lo estrictamente proporcionado por el diseño de mezclas del Comité ACI.

### TERCERA

Se recomienda utilizar la menor cantidad de agua en la mezcla de concreto porque a que a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días se han alcanzado mayor resistencia a la compresión aquellas probetas que tenían menos cantidad de agua frente al grupo control, mientras que las probetas con mayor cantidad de agua han alcanzado menores resistencias, tal como se muestran en los datos de laboratorio.

## REFERENCIAS

- Abreu L., W. (2011). *Apuntes de Topografía*. Barcelona, España: Instituto Universitario Politecnico Santiago Mariño.
- Agudelo, J. J. (2002). *Diseño Geométrico de Vías*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Ávila Díaz, M. Á., Pinzón Galviss, S., & Serna Hernández, L. F. (2015). Análisis de curvas para el diseño de mezclas de concreto con material triturado del río Magdalena en el sector de Girardot, Cundinamarca. *In Crescendo*, 2(1), 136-144.
- Bannister, A., Raymond, S., & Baker, R. (2002). *Técnicas modernas en topografía*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Bedoya Henao, C. A., Tobón, J. I., Monsalve Valencia, J. J., Vanegas Palacio, C., & Valencia Betancur, M. (2016). Evaluación de patologías en el concreto usando microscopía óptica. *Informador técnico (Centro Nacional de Asistencia Técnica a la Industria, ASTIN-SENA)*, 80(2), 142-150.
- Bejarano, I. (2013). *Guía de Ejercicios y Talleres de Topografía*. Chile: Universidad de Chile.
- Beltrán Calvo, G. I., & Romo Organista, M. P. (2014). Evaluación de pavimentos y decisiones de conservación con base en sistemas de inferencia difusos. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, XV(3), 391-402.
- Casanova Matera, L. (2002). *Topografía Plana*. Mérida , Venezuela: Taller de Publicaciones de Ingeniería, ULA.
- Córdova, C., & Mediavilla, O. (2009). *Curso de Topografía Aplicada*. Cumana, Sucre, Venezuela: CUMANA.
- De San José Blasco, J. J., Martínez García, E., & López Gonzales, M. (2009). *Topografía para Estudios de Grado*. Madrid: Bellisco.
- Devore, J. L. (2008). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. México, D.F.: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Espinosa Arreola, J. d., & Alarcón Ibarra, J. (Julio, 2012). Pavimentos Rígidos vs Flexibles: ¿Cuál es mejor? *Octavo Congreso Mexicano del Asfalto*, 01-11. Obtenido de [http://www.amaac.org.mx/archivos/eventos/8cma\\_2013/estructuracion/estructuracion07.pdf](http://www.amaac.org.mx/archivos/eventos/8cma_2013/estructuracion/estructuracion07.pdf)
- Espinoza, L., & Escalante, I. (junio 2008). Comparación de las propiedades del concreto utilizando escoria de alto horno como reemplazo parcial y total del cemento Pórtland ordinario. *Nexo Revista Científica*, 21(1), 11-18.

- Gómez Morales, W. R. (2015). *Texto Básico Autoformativo de Topografía General*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- García Marquez, F. (1994). *Curso Básico de Topografía*. México: Arbol Editorial.
- García Tejero, F. D. (2007). *Topografía General y Aplicada*. España: Ediciones Mundi Prensa.
- Gómez Gómez, G., & Jiménez Cleves, G. (2008). *Topografía Analítica*. Armenia, Quindío: Universidades del Quindío.
- Gracia, O., Quesada, G., Gómez, A., Santacruz, A., & Arias, L. (2013). Estudio de la tecnología de concretos de contracción compensada aplicada a la construcción de pisos industriales. *Obras y Proyectos*, 1(13), 46-56.
- Guevara Huarcaya, J. R. (2008). *Análisis Comparativo del Comportamiento del Concreto Simple con el Concreto Reforzado con Fibras de Acero Wirand*. Lima Peru: Universidad Ricardo Palma.
- Halvorsen, G. T., & Poston, R. W. (1993). Causas, Evaluación y Reparación de Fisuras en Estructuras de Hormigón. *Informado por el Comité ACI 224*, 01-24.
- Harmsen, T. E. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernández Castañeda, O., & Mendoza Escobedo, C. J. (enero/marzo, 2006). Durabilidad e infraestructura: retos e impacto socioeconómico. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 7(1), 57-70.
- Higuera Sandoval, C. H., & Pacheco Merchán, Ó. F. (julio/diciembre, 2010). Patología de Pavimentos Articulados. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 9(17), 75-94.
- Jimenez Cleves, G. (2014). *Altimetría*. Quindío, Colombia: Universidad del Quindío.
- Jiménez, G. (2007). *Topografía para Ingenieros Civiles*. Armenia: Universidad del QUINDIO.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. Skokie, Illinois, EE.UU.: Portland Cement Association (PCA).
- LANAMME, Laboratorio Nacional de Materiales y de Modelos E. (2001). *Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales*. Guatemala: SIECA.
- M.T.C. (2014). *Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Peru: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Peru.
- McCormac, J. (2014). *Topografía*. Mexico D.F., Mexico: Limusa Wiley.
- Mendoza Dueñas, J. L. (2015). *Topografía Técnicas Modernas*. Lima, Perú: NEW IDEA Ediciones Graficas.

- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Bogota, D.C., Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Nilson, A. H. (2001). *Diseño de Estructuras de Concreto*. Santafé de Bogotá, Colombia: McGRAW-HILLINTERAMERICANA,S.A.
- O'Reilly Díaz, V. A., Bancrofft Hernández, R. A., & Ruiz Gutiérrez, L. (enero/junio, 2010). Las tendencias del concreto en su ciclo de vida. *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*, 1(2), 42-47.
- Orozco, H. Y. (2007). *La Topografía en la Ingeniería*. Popayan: Universidad del Cauca.
- Osorio, J. D. (2004). *Manual de Control de Calidad del Concreto*. Colombia: Asociación Colombiana de Productores de Concreto ASOCRETO.
- Pantigoso Loza, H. (2007). *Topografía Manual Práctico*. Peru: Grupo Editorial Megabyte.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Temas de Tecnología del Concreto en el Perú*. Lima-Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Polanco Rodríguez, A. (2012). *Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto*. Mexico, Chihuahua, Mexico: Universidad Autónoma de Chihuahua. Obtenido de [http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL\\_LAB\\_DE\\_CONCRET O.pdf](http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB_DE_CONCRET O.pdf)
- Polidura Fernández, F. (2000). *Topografía, Geodesia y Cartografía Aplicadas a la Ingeniería*. España: Ediciones MUNDI-PRENSA.
- Rivva López, E. (2002). *Concretos de Alta Resistencia*. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Robayo Salazar, R. A., Matthey Centeno, P. E., Silva Urrego, Y. F., & Delvasto Arjona, S. (2014). Comportamiento en estados fresco y endurecido de un concreto autocompactante, adicionado con escoria de carbón, y elaborado con agregado grueso de concreto reciclado. *Ingeniería e Investigación*, 78(2), 128-139. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5129562>
- Rodríguez Ojeda, L. (2007). *Probabilidad y Estadística Básica para Ingenieros*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL.
- Santamaría Peña, J., & Sanz Méndez, T. (2005). *Manual de Prácticas de Topografía y Cartografía*. La Rioja, España: Universidad de La Rioja. Servicio de Publicaciones.
- Toirac Corral, J. (2004). Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón ; origen y prevención. *Ciencia y Sociedad*, 21(1), 72-114.
- Torres Nieto, Á., & Villate Bonilla, E. (2001). *Topografía*. Colombia: ALFAGUARA.
- UMSS. (2004). *Pavimentos*. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.

- Valderrama, C. P., Torres Agredo, J., & Mejía de Gutiérrez, R. (2011). Características de desempeño de un concreto adicionado con cenizas volantes de alto nivel de inquemados. *Ingeniería e Investigación*, 31(1), 39-46.
- Vélez, L. M. (2010). Permeabilidad y Porosidad en Concreto. *Tecno Lógicas*(25), 169-187. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344234320010>
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson Educación.
- Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (2009). *Topografía*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Yura SA. (18 de Setiembre de 2017). *Cemento Portland Puzolanico Tipo IP*. Obtenido de <https://www.yura.com.pe/m/pdf/brochure-digital-yura.pdf>
- Zamarripa Medina, M. (2010). *Apuntes de Topografía*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico UNAM.

# ANEXOS

Anexo 1 Certificado de Calibración de Nivel

Tabla 162 Certificado de Calibración del Nivel de Ingeniero



**Geodesia y topografía**

indecopi

AÑO: 2016  
Nº Cert - 004847

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

OTORGADO A: MAMANI RODRIGO EDWIN

EQUIPO: Nivel Automático marca Topcon modelo ATB4

SERIE: QS6410

R.U.C: 10431901701

FECHA DE EMISION: 2016-03-16

GEOTOP SAC , CERTIFICA EL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DIN 18723, SEGUN LOS ESTANDARES INTERNACIONALES ESTABLECIDOS

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO			
Constante Estadimetrica 100m			
Telescopio Imagen directa: 24X			
Precision de medición doble a 1km: 2 mm			

VERIFICACIÓN DEL EQUIPO		
<b>BASE</b>	<b>CALIBRACION</b>	<b>APARIENCIA VISIBLE</b>
CONDICION FISICA OK	HORIZONTAL OK	COLOR OK
NIVEL OK		LIMPIEZA OK
TORNILLOS OK		

RESULTADOS DE LA VERIFICACION			
NIVEL CIRCULAR OK			
COMPENSADOR OK			
ALINEACION DE RETICULO OK			

VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR	INCERTIDUMBRE
90°00'00"	90°00'00"	0 mm	2 mm

CERTIFICAMOS QUE EL EQUIPO EN MENCIÓN, SE ENCUENTRA TOTALMENTE REVISADO, CONTROLADO Y CALIBRADO, SEGÚN NORMA DIN 18723.

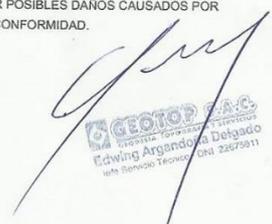
CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN	
Lugar:	Taller de Servicio Técnico de GEOTOP S.A.C.
Temperatura:	Promedio de 20 grados C con variacion de +/- 0.5 grados C. Humedad Relativa de 58%.

TRAZABILIDAD DE LA VERIFICACIÓN	
Equipo utilizado como patrón	Set de Colimadores. Marca Topcon Serie N° zw7488, con Certificación de Calibración N° G-2014-3571 Teodolito Mecanico Kern DKM2A, Serie N°74596 con Certificado de Calibración N° G-2014-3572 Nivel Automático Leica NAK2 32x, Serie N°569215, con Certificado de Calibración N° G-2014-3570 Micrometro de placas paralelas Leica-NAK, con Serie N° 1007665, con Certificado de Calibración N° G-2014-3573.
	Colimador TOPCON con Telescopios de 32x cuyo reticulo enfocado al infinito, el grosor de sus brazos esta dentro de 1°, consta de 08 tubos cada uno con cuadruple reticulo en plataforma fija, con distancia de enfoque infinito, distancia focal de 500mm, apertura efectiva de 50mm y 2° de campo de vision, que es revisado periodicamente por un Teodolito Kern DKM2A precision 1°, con metodo de lectura directa inversa y refrendado con un Nivel Automático Leica Modelo NAK2 de 32x con Micrómetro de Placas Paralelas de Precisión 0.3 mm, nivelación doble de 1 km.

FECHA DE CALIBRACIÓN: 15-10-2016

DATOS: ESTE EQUIPO ANTES DE SALIR DE ALMACEN HA SIDO CHEQUEADO, Y SE ENCUENTRA EN PERFECTO ESTADO, ES DE SU RESPONSABILIDAD EL ADECUADO CUIDADO, ESTA EMPRESA NO SE RESPONSABILIZA POR POSIBLES DAÑOS CAUSADOS POR UNA MALA MANIPULACIÓN Y/O TRANSPORTE INAPROPIADO. A LA FIRMA SE MUESTRA LA CONFORMIDAD.

ENTREGUÉ CONFORME:



**GEOTOP SAC**  
Ingeniería Geodesia y Topografía  
Edwing Argandoña Delgado  
Taller de Servicio Técnico. CNI 22675911

---

Av. Tomás Mersano 2388 - Miraflores Telf: 01-2684011 www.geotop.com.pe
Página 1/1

Anexo 2 Ficha Técnica del Cemento

Tabla 163 Ficha Técnica del Cemento

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP	Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595
MgO (%)	1.99	6.00 Máx.
SO <sub>3</sub> (%)	1.75	4.00 Máx.
Pérdida por ignición (%)	2.14	5.00 Máx.

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP		Norma NTP 334.090 ASTM C-595		Comparativo con Norma Tipo I y Tipo V Requisitos Norma Técnica NTP 334.009 / ASTM C 150	
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.85		-		-	
Expansión en autoclave (%)	0		0.80 Máx.		-	
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170		45 Mín.		-	
Fraguado Vicat final (minutos)	270		420 Máx.		-	
Resistencia a la compresión	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Cemento Tipo I	
					Kgf/cm <sup>2</sup>	MPa
1 días	104	10	-	-	-	-
3 días	199	20	133 Mín.	13	122	12
7 días	247	24	204 Mín.	20	194	19
28 días	342	34	255 Mín.	25	-	-
60 días	397	39	-	-	-	-
Resistencia a los sulfatos	Cemento IP				Cemento Tipo V	
% Expansión a los 14 días	0.018		-		0.04 Máx.	

Fuente: (Yura SA, 2017)

**Anexo 3 Libreta de Campo**

Tabla 164 Nivelación Losa1 (+5% de Agua) P1

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 01 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.564	3868.820		3867.256	BM
	1	0.00			1.431	3867.389	
	2	0.20			1.431	3867.389	
	3	0.40			1.431	3867.389	
	4	0.60			1.429	3867.391	
	5	0.80			1.431	3867.389	
	6	1.00			1.430	3867.390	
	7	1.20			1.430	3867.390	
	8	1.40			1.431	3867.389	
	9	1.60			1.430	3867.390	
	10	1.80			1.430	3867.390	
	11	2.00			1.429	3867.391	
	12	2.20			1.429	3867.391	
	13	2.40			1.429	3867.391	
	14	2.60			1.426	3867.394	
	15	2.80			1.429	3867.391	
	16	3.00			1.431	3867.389	

Tabla 165 Nivelación Losa1 (+5% de Agua) P2

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 01 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.684	3868.940		3867.256	BM
	1	0.05			1.531	3867.409	
	2	0.25			1.531	3867.409	
	3	0.45			1.531	3867.409	
	4	0.65			1.529	3867.411	
	5	0.85			1.531	3867.409	
	6	1.05			1.530	3867.410	
	7	1.25			1.530	3867.410	
	8	1.45			1.531	3867.409	
	9	1.65			1.530	3867.410	
	10	1.85			1.530	3867.410	
	11	2.05			1.529	3867.411	
	12	2.25			1.529	3867.411	
	13	2.45			1.529	3867.411	
	14	2.65			1.526	3867.414	
	15	2.85			1.529	3867.411	

16      3.00      1.551      3867.389

Tabla 166 Nivelación Losa1 (+5% de Agua) P3

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 01 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.804	3869.060		3867.256	BM
	1	0.10			1.631	3867.429	
	2	0.30			1.631	3867.429	
	3	0.50			1.631	3867.429	
	4	0.70			1.629	3867.431	
	5	0.90			1.631	3867.429	
	6	1.10			1.630	3867.430	
	7	1.30			1.630	3867.430	
	8	1.50			1.631	3867.429	
	9	1.70			1.630	3867.430	
	10	1.90			1.630	3867.430	
	11	2.10			1.629	3867.431	
	12	2.30			1.629	3867.431	
	13	2.50			1.629	3867.431	
	14	2.70			1.626	3867.434	
	15	2.90			1.629	3867.431	
	16	3.00			1.671	3867.389	

Tabla 167 Nivelación Losa1 (+5% de Agua) P4

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 01 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.924	3869.180		3867.256	BM
	1	0.15			1.731	3867.449	
	2	0.35			1.731	3867.449	
	3	0.55			1.731	3867.449	
	4	0.75			1.729	3867.451	
	5	0.95			1.731	3867.449	
	6	1.15			1.730	3867.450	
	7	1.35			1.730	3867.450	
	8	1.55			1.731	3867.449	
	9	1.75			1.730	3867.450	
	10	1.95			1.730	3867.450	
	11	2.15			1.729	3867.451	
	12	2.35			1.729	3867.451	
	13	2.55			1.729	3867.451	

14	2.75	1.726	3867.454
15	2.95	1.729	3867.451
16	3.00	1.791	3867.389

Tabla 168 Nivelación Losa2 (+5% de Agua) P1

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 02 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.564	3868.820		3867.256	BM
	1	0.00			1.431	3867.389	
	2	0.20			1.429	3867.391	
	3	0.40			1.425	3867.395	
	4	0.60			1.425	3867.395	
	5	0.80			1.427	3867.393	
	6	1.00			1.426	3867.394	
	7	1.20			1.432	3867.388	
	8	1.40			1.429	3867.391	
	9	1.60			1.429	3867.391	
	10	1.80			1.428	3867.392	
	11	2.00			1.426	3867.394	
	12	2.20			1.426	3867.394	
	13	2.40			1.426	3867.394	
	14	2.60			1.426	3867.394	
	15	2.80			1.427	3867.393	
	16	3.00			1.430	3867.390	

Tabla 169 Nivelación Losa2 (+5% de Agua) P2

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 02 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.684	3868.940		3867.256	BM
	1	0.05			1.531	3867.409	
	2	0.25			1.529	3867.411	
	3	0.45			1.525	3867.415	
	4	0.65			1.525	3867.415	
	5	0.85			1.527	3867.413	
	6	1.05			1.526	3867.414	
	7	1.25			1.532	3867.408	
	8	1.45			1.529	3867.411	
	9	1.65			1.529	3867.411	
	10	1.85			1.528	3867.412	
	11	2.05			1.526	3867.414	

12	2.25	1.526	3867.414
13	2.45	1.526	3867.414
14	2.65	1.526	3867.414
15	2.85	1.527	3867.413
16	3.00	1.550	3867.390

Tabla 170 Nivelación Losa2 (+5% de Agua) P3

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 02 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.804	3869.060		3867.256	BM
	1	0.10			1.631	3867.429	
	2	0.30			1.629	3867.431	
	3	0.50			1.625	3867.435	
	4	0.70			1.625	3867.435	
	5	0.90			1.627	3867.433	
	6	1.10			1.626	3867.434	
	7	1.30			1.632	3867.428	
	8	1.50			1.629	3867.431	
	9	1.70			1.629	3867.431	
	10	1.90			1.628	3867.432	
	11	2.10			1.626	3867.434	
	12	2.30			1.626	3867.434	
	13	2.50			1.626	3867.434	
	14	2.70			1.626	3867.434	
	15	2.90			1.627	3867.433	
	16	3.00			1.670	3867.390	

Tabla 171 Nivelación Losa2 (+5% de Agua) P4

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 02 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.924	3869.180		3867.256	BM
	1	0.15			1.731	3867.449	
	2	0.35			1.729	3867.451	
	3	0.55			1.725	3867.455	
	4	0.75			1.725	3867.455	
	5	0.95			1.727	3867.453	
	6	1.15			1.726	3867.454	
	7	1.35			1.732	3867.448	
	8	1.55			1.729	3867.451	
	9	1.75			1.729	3867.451	

10	1.95	1.728	3867.452
11	2.15	1.726	3867.454
12	2.35	1.726	3867.454
13	2.55	1.726	3867.454
14	2.75	1.726	3867.454
15	2.95	1.727	3867.453
16	3.00	1.790	3867.390

Tabla 172 Nivelación Losa3 (+5% de Agua) P1

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 03 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.564	3868.820		3867.256	BM
	1	0.00			1.430	3867.390	
	2	0.20			1.429	3867.391	
	3	0.40			1.428	3867.392	
	4	0.60			1.427	3867.393	
	5	0.80			1.427	3867.393	
	6	1.00			1.428	3867.392	
	7	1.20			1.428	3867.392	
	8	1.40			1.426	3867.394	
	9	1.60			1.426	3867.394	
	10	1.80			1.426	3867.394	
	11	2.00			1.425	3867.395	
	12	2.20			1.424	3867.396	
	13	2.40			1.428	3867.392	
	14	2.60			1.428	3867.392	
	15	2.80			1.431	3867.389	
	16	3.00			1.432	3867.388	

Tabla 173 Nivelación Losa3 (+5% de Agua) P2

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 03 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.684	3868.940		3867.256	BM
	1	0.05			1.530	3867.410	
	2	0.25			1.529	3867.411	
	3	0.45			1.528	3867.412	
	4	0.65			1.527	3867.413	
	5	0.85			1.527	3867.413	
	6	1.05			1.528	3867.412	

7	1.25	1.528	3867.412
8	1.45	1.526	3867.414
9	1.65	1.526	3867.414
10	1.85	1.526	3867.414
11	2.05	1.525	3867.415
12	2.25	1.524	3867.416
13	2.45	1.528	3867.412
14	2.65	1.528	3867.412
15	2.85	1.531	3867.409
16	3.00	1.552	3867.388

Tabla 174 Nivelación Losa3 (+5% de Agua) P3

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 03 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.804	3869.060		3867.256	BM
	1	0.10			1.630	3867.430	
	2	0.30			1.629	3867.431	
	3	0.50			1.628	3867.432	
	4	0.70			1.627	3867.433	
	5	0.90			1.627	3867.433	
	6	1.10			1.628	3867.432	
	7	1.30			1.628	3867.432	
	8	1.50			1.626	3867.434	
	9	1.70			1.626	3867.434	
	10	1.90			1.626	3867.434	
	11	2.10			1.625	3867.435	
	12	2.30			1.624	3867.436	
	13	2.50			1.628	3867.432	
	14	2.70			1.628	3867.432	
	15	2.90			1.631	3867.429	
	16	3.00			1.672	3867.388	

Tabla 175 Nivelación Losa3 (+5% de Agua) P4

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 03 (+) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.924	3869.180		3867.256	BM
	1	0.15			1.730	3867.450	
	2	0.35			1.729	3867.451	
	3	0.55			1.728	3867.452	
	4	0.75			1.727	3867.453	

5	0.95	1.727	3867.453
6	1.15	1.728	3867.452
7	1.35	1.728	3867.452
8	1.55	1.726	3867.454
9	1.75	1.726	3867.454
10	1.95	1.726	3867.454
11	2.15	1.725	3867.455
12	2.35	1.724	3867.456
13	2.55	1.728	3867.452
14	2.75	1.728	3867.452
15	2.95	1.731	3867.449
16	3.00	1.792	3867.388

Tabla 176 Nivelación Losa1 (-5% de Agua) P1

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 01 (-) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.564	3868.820		3867.256	BM
	1	0.00			1.424	3867.396	
	2	0.20			1.423	3867.397	
	3	0.40			1.425	3867.395	
	4	0.60			1.425	3867.395	
	5	0.80			1.425	3867.395	
	6	1.00			1.423	3867.397	
	7	1.20			1.428	3867.392	
	8	1.40			1.432	3867.388	
	9	1.60			1.431	3867.389	
	10	1.80			1.434	3867.386	
	11	2.00			1.435	3867.385	
	12	2.20			1.434	3867.386	
	13	2.40			1.434	3867.386	
	14	2.60			1.435	3867.385	
	15	2.80			1.435	3867.385	
	16	3.00			1.430	3867.390	

Tabla 177 Nivelación Losa1 (-5% de Agua) P2

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 01 (-) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.684	3868.940		3867.256	BM
	1	0.05			1.514	3867.426	

2	0.25	1.513	3867.427
3	0.45	1.515	3867.425
4	0.65	1.515	3867.425
5	0.85	1.515	3867.425
6	1.05	1.513	3867.427
7	1.25	1.518	3867.422
8	1.45	1.522	3867.418
9	1.65	1.521	3867.419
10	1.85	1.524	3867.416
11	2.05	1.525	3867.415
12	2.25	1.524	3867.416
13	2.45	1.524	3867.416
14	2.65	1.525	3867.415
15	2.85	1.525	3867.415
16	3.00	1.550	3867.390

Tabla 178 Nivelación Losa1 (-5% de Agua) P3

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 01 (-) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.804	3869.060		3867.256	BM
	1	0.10			1.604	3867.456	
	2	0.30			1.603	3867.457	
	3	0.50			1.605	3867.455	
	4	0.70			1.605	3867.455	
	5	0.90			1.605	3867.455	
	6	1.10			1.603	3867.457	
	7	1.30			1.608	3867.452	
	8	1.50			1.612	3867.448	
	9	1.70			1.611	3867.449	
	10	1.90			1.614	3867.446	
	11	2.10			1.615	3867.445	
	12	2.30			1.614	3867.446	
	13	2.50			1.614	3867.446	
	14	2.70			1.615	3867.445	
	15	2.90			1.615	3867.445	
	16	3.00			1.670	3867.390	

Tabla 179 Nivelación Losa1 (-5% de Agua) P4

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 01 (-) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>

A			1.924	3869.180		3867.256	BM
	1	0.15			1.694	3867.486	
	2	0.35			1.693	3867.487	
	3	0.55			1.695	3867.485	
	4	0.75			1.695	3867.485	
	5	0.95			1.695	3867.485	
	6	1.15			1.693	3867.487	
	7	1.35			1.698	3867.482	
	8	1.55			1.702	3867.478	
	9	1.75			1.701	3867.479	
	10	1.95			1.704	3867.476	
	11	2.15			1.705	3867.475	
	12	2.35			1.704	3867.476	
	13	2.55			1.704	3867.476	
	14	2.75			1.705	3867.475	
	15	2.95			1.705	3867.475	
	16	3.00			1.790	3867.390	

Tabla 180 Nivelación Losa2 (-5% de Agua) P1

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 02 (-) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.564	3868.820		3867.256	BM
	1	0.00			1.422	3867.398	
	2	0.20			1.420	3867.400	
	3	0.40			1.420	3867.400	
	4	0.60			1.422	3867.398	
	5	0.80			1.426	3867.394	
	6	1.00			1.425	3867.395	
	7	1.20			1.426	3867.394	
	8	1.40			1.427	3867.393	
	9	1.60			1.431	3867.389	
	10	1.80			1.432	3867.388	
	11	2.00			1.435	3867.385	
	12	2.20			1.439	3867.381	
	13	2.40			1.437	3867.383	
	14	2.60			1.438	3867.382	
	15	2.80			1.438	3867.382	
	16	3.00			1.438	3867.382	

Tabla 181 Nivelación Losa2 (-5% de Agua) P2

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 02 (-) 5 % DE AGUA</b>							
--	--	--	--	--	--	--	--

<b>OBRA: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO”</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.684	3868.940		3867.256	BM
	1	0.05			1.512	3867.428	
	2	0.25			1.510	3867.430	
	3	0.45			1.510	3867.430	
	4	0.65			1.512	3867.428	
	5	0.85			1.516	3867.424	
	6	1.05			1.515	3867.425	
	7	1.25			1.516	3867.424	
	8	1.45			1.517	3867.423	
	9	1.65			1.521	3867.419	
	10	1.85			1.522	3867.418	
	11	2.05			1.525	3867.415	
	12	2.25			1.529	3867.411	
	13	2.45			1.527	3867.413	
	14	2.65			1.528	3867.412	
	15	2.85			1.528	3867.412	
	16	3.00			1.558	3867.382	

Tabla 182 Nivelación Losa2 (-5% de Agua) P3

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 02 (-) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO”</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.804	3869.060		3867.256	BM
	1	0.10			1.602	3867.458	
	2	0.30			1.600	3867.460	
	3	0.50			1.600	3867.460	
	4	0.70			1.602	3867.458	
	5	0.90			1.606	3867.454	
	6	1.10			1.605	3867.455	
	7	1.30			1.606	3867.454	
	8	1.50			1.607	3867.453	
	9	1.70			1.611	3867.449	
	10	1.90			1.612	3867.448	
	11	2.10			1.615	3867.445	
	12	2.30			1.619	3867.441	
	13	2.50			1.617	3867.443	
	14	2.70			1.618	3867.442	
	15	2.90			1.618	3867.442	
	16	3.00			1.678	3867.382	

Tabla 183 Nivelación Losa2 (-5% de Agua) P4

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 02 (-) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.924	3869.180		3867.256	BM
	1	0.15			1.692	3867.488	
	2	0.35			1.690	3867.490	
	3	0.55			1.690	3867.490	
	4	0.75			1.692	3867.488	
	5	0.95			1.696	3867.484	
	6	1.15			1.695	3867.485	
	7	1.35			1.696	3867.484	
	8	1.55			1.697	3867.483	
	9	1.75			1.701	3867.479	
	10	1.95			1.702	3867.478	
	11	2.15			1.705	3867.475	
	12	2.35			1.709	3867.471	
	13	2.55			1.707	3867.473	
	14	2.75			1.708	3867.472	
	15	2.95			1.708	3867.472	
	16	3.00			1.798	3867.382	

Tabla 184 Nivelación Losa3 (-5% de Agua) P1

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 03 (-) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA – PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.564	3868.820		3867.256	BM
	1	0.00			1.422	3867.398	
	2	0.20			1.423	3867.397	
	3	0.40			1.422	3867.398	
	4	0.60			1.424	3867.396	
	5	0.80			1.425	3867.395	
	6	1.00			1.425	3867.395	
	7	1.20			1.425	3867.395	
	8	1.40			1.428	3867.392	
	9	1.60			1.431	3867.389	
	10	1.80			1.436	3867.384	
	11	2.00			1.436	3867.384	
	12	2.20			1.437	3867.383	
	13	2.40			1.437	3867.383	
	14	2.60			1.437	3867.383	
	15	2.80			1.436	3867.384	
	16	3.00			1.437	3867.383	

Tabla 185 Nivelación Losa3 (-5% de Agua) P2

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 03 (-) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA - PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.684	3868.940		3867.256	BM
	1	0.05			1.512	3867.428	
	2	0.25			1.513	3867.427	
	3	0.45			1.512	3867.428	
	4	0.65			1.514	3867.426	
	5	0.85			1.515	3867.425	
	6	1.05			1.515	3867.425	
	7	1.25			1.515	3867.425	
	8	1.45			1.518	3867.422	
	9	1.65			1.521	3867.419	
	10	1.85			1.526	3867.414	
	11	2.05			1.526	3867.414	
	12	2.25			1.527	3867.413	
	13	2.45			1.527	3867.413	
	14	2.65			1.527	3867.413	
	15	2.85			1.526	3867.414	
	16	3.00			1.557	3867.383	

Tabla 186 Nivelación Losa3 (-5% de Agua) P3

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 03 (-) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA - PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.804	3869.060		3867.256	BM
	1	0.10			1.602	3867.458	
	2	0.30			1.603	3867.457	
	3	0.50			1.602	3867.458	
	4	0.70			1.604	3867.456	
	5	0.90			1.605	3867.455	
	6	1.10			1.605	3867.455	
	7	1.30			1.605	3867.455	
	8	1.50			1.608	3867.452	
	9	1.70			1.611	3867.449	
	10	1.90			1.616	3867.444	
	11	2.10			1.616	3867.444	
	12	2.30			1.617	3867.443	
	13	2.50			1.617	3867.443	
	14	2.70			1.617	3867.443	

15	2.90	1.616	3867.444
16	3.00	1.677	3867.383

Tabla 187 Nivelación Losa3 (-5% de Agua) P4

<b>LIBRETA DE NIVELACIÓN-LOSA 03 (-) 5 % DE AGUA</b>							
<b>OBRA: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE EN LA CIUDAD DE LAMPA DISTRITO DE LAMPA PROVINCIA DE LAMPA - PUNO"</b>							
<b>Est.</b>	<b>Punto</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Vista Atrás</b>	<b>Altura de Instrumento</b>	<b>Vista Adelante</b>	<b>Cota</b>	<b>OBS</b>
A			1.924	3869.180		3867.256	BM
	1	0.15			1.692	3867.488	
	2	0.35			1.693	3867.487	
	3	0.55			1.692	3867.488	
	4	0.75			1.694	3867.486	
	5	0.95			1.695	3867.485	
	6	1.15			1.695	3867.485	
	7	1.35			1.695	3867.485	
	8	1.55			1.698	3867.482	
	9	1.75			1.701	3867.479	
	10	1.95			1.706	3867.474	
	11	2.15			1.706	3867.474	
	12	2.35			1.707	3867.473	
	13	2.55			1.707	3867.473	
	14	2.75			1.707	3867.473	
	15	2.95			1.706	3867.474	
	16	3.00			1.797	3867.383	

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

**Anexo 4 Certificados de Densidad de Campo**

Tabla 188 Densidad de Campo Cuadra 1

### ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO

(NORMA AASHTO T-191)

**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE DE LA CIUDAD DE LAMPA, DISTRITO DE LAMPA, PROVINCIA DE LAMPA – PUNO",

**UBICACIÓN :** TERMINAL DE LAMPA                      **MATERIAL :**                      **FECHA :** 20/07/2008

**CALICATA N°:** CDA-01

PROGRESIVA	MUESTRA: PROF. 0.025 - 0.38	MUESTRA: PROF.0.38 - 1.50	MUESTRA:	MUESTRA: PROF:
Lado Derecho				
Peso del Material + Recipiente	4270	3810		
Peso del Recipiente	0	0		
Peso de Material Neto	4430	4040		
Peso de la Arena + Frasco	6832	6530		
Peso de Arena que Queda	2370	2211		
Peso de la Arena en el Embudo	1726	1726		
Peso de la Arena en el Hueco	2736	2593		
Densidad de Arena	1.4	1.4		
Volumen del Hueco	1954	1852		
Peso de la Grava Secada al Aire	700	320		
Volumen de la Grava Desplazada	267	122		
Peso Neto del Suelo	3730	3720		
Volumen del Suelo	1687	1730		
Densidad Humeda	2.21	2.15		
% de la Humedad Contenida	4.85	7.12		
Densidad Seca	2.11	2.01		
Máx. Densidad Determinada en Curva	2.110	2.010		
Porcentaje de Compactación	100	100		
Porcentaje de Compactación Especifica				
Espesor Compactado				

CONTROL DE HUMEDAD				
Peso recipiente + suelo húmedo	411.0	459.0		
Peso recipiente + suelo seco	392	428.5		
Peso de agua	19	30.5		
Peso de recipiente				
Peso de suelo seco	392	428.5		
Contenido de humedad	4.85	7.12		

<b>OBSERVACIONES:</b>	PESO ESPECIFICO	2.62
-----------------------	-----------------	------

Tabla 189 Densidad de Campo Cuadra 2

	<b>ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO</b> (NORMA AASHTO T-191)			
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE DE LA CIUDAD DE LAMPA, DISTRITO DE LAMPA, PROVINCIA DE LAMPA – PUNO",			
<b>PROYECTO :</b>	<b>UBICACIÓN :</b> TERMINAL DE LAMPA			<b>MATERIAL :</b>
<b>CALICATA N°:</b> CDA-02				<b>FECHA :</b> 20/07/2008

PROGRESIVA	MUESTRA: PROF:0.025 - 0.45	MUESTRA: PROF:0.45 - 0.70	MUESTRA: PROF:0.70 - 1.50	MUESTRA: PROF:
Lado Derecho	IZQUIERDO	IZQUIERDO	IZQUIERDO	
Peso del Material + Recipiente	4003	4395	3970	
Peso del Recipiente	0	0	0	
Peso de Material Neto	4156	4598	4480	
Peso de la Arena + Frasco	7085	7022	7022	
Peso de Arena que Queda	2776	2475	2475	
Peso de la Arena en el Embudo	1726	1726	1726	
Peso de la Arena en el Hueco	2583	2821	2821	
Densidad de Arena	1.4	1.4	1.4	
Volumen del Hueco	1845	2015	2015	
Peso de la Grava Secada al Aire	469	460	361	
Volumen de la Grava Desplazada	178	174	137	
Peso Neto del Suelo	3687	4138	4119	
Volumen del Suelo	1667	1841	1878	
Densidad Humeda	2.21	2.25	2.19	
% de la Humedad Contenida	4.95	8.80	6.80	
Densidad Seca	2.11	2.07	2.05	
Máx. Densidad Determinada en Curva	2.110	2.076	2.060	
Porcentaje de Compactación	100	100	100	
Porcentaje de Compactación Especifica				
Espesor Compactado				

CONTROL DE HUMEDAD				
Peso recipiente + suelo húmedo	485.4	544.0	534.0	
Peso recipiente + suelo seco	462.5	500	500	
Peso de agua	22.9	44	34	
Peso de recipiente				
Peso de suelo seco	462.5	500	500	
Contenido de humedad	4.95	8.80	6.80	

<b>OBSERVACIONES:</b>	PESO ESPECIFICO	2.64
-----------------------	-----------------	------

Tabla 190 Densidad de Campo Cuadra 3

	<b>ENSAYOS DE DENSIDAD DE CAMPO</b> (NORMA AASHTO T-191)			
	PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE DE LA CIUDAD DE LAMPA, DISTRITO DE LAMPA, PROVINCIA DE LAMPA – PUNO",			
UBICACIÓN :	TERMINAL DE LAMPA	MATERIAL :	FECHA : 20/07/2008	
CALICATA N°:	CDA-03			

PROGRESIVA	MUESTRA: PROF:0.040 - 0.240	MUESTRA: PROF:0.240 - 1.00	MUESTRA: PROF:1.00 - 1.50	MUESTRA: PROF:
Lado Derecho				
Peso del Material + Recipiente	4475	3920		
Peso del Recipiente	0	0		
Peso de Material Neto	4575	4230		
Peso de la Arena + Frasco	6832	6530		
Peso de Arena que Queda	2370	2211		
Peso de la Arena en el Embudo	1726	1726		
Peso de la Arena en el Hueco	2736	2593		
Densidad de Arena	1.4	1.4		
Volumen del Hueco	1954	1852		
Peso de la Grava Secada al Aire	801	328		
Volumen de la Grava Desplazada	308	126		
Peso Neto del Suelo	3774	3902		
Volumen del Suelo	1646	1726		
Densidad Humeda	2.29	2.26		
% de la Humedad Contenida	6.63	5.25		
Densidad Seca	2.15	2.15		
Máx. Densidad Determinada en Curva	2.157	2.157		
Porcentaje de Compactación	100	100		
Porcentaje de Compactación Especifica				
Espesor Compactado				

CONTROL DE HUMEDAD				
Peso recipiente + suelo húmedo	418.0	451.0		
Peso recipiente + suelo seco	392	428.5		
Peso de agua	26	22.5		
Peso de recipiente				
Peso de suelo seco	392	428.5		
Contenido de humedad	6.63	5.25		

<b>OBSERVACIONES:</b>	PESO ESPECIFICO	2.60
-----------------------	-----------------	------

**Anexo 5 Certificado de Laboratorio Proctor**

Tabla 191 Ensayo Proctor

<b>OBRA:</b> : “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE DE LA CIUDAD DE LAMPA, DISTRITO DE LAMPA, PROVINCIA DE LAMPA – PUNO”					
<b>PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)</b>					
CONCEPTO	: ESTUDIO GEOTÉCNICO DE TERRENO DE FUNDACIÓN				
LUGAR	: TERMINAL TERRESTRE CIUDAD DE LAMPA				
CALICATA	: 1				
ESTRATO	: 2				
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 2.00 m				
FECHA	: AGOSTO DEL 2015				
<b>ENSAYO N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>DETERMINACIÓN DE DENSIDAD</b>					
PESO MOLDE + SUELO	11,134	11,144	11,132		
PESO MOLDE	6,589	6,340	6,340		
PESO SUELO COMPACTADO	4,545	4,804	4,792		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,077.3	2,077.3	2,077.3		
DENSIDAD HÚMEDA	2.19	2.31	2.31		
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	523.60	573.40	452.60		
SUELO SECO + RECIPIENTE	478.90	515.10	400.50		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	44.70	58.30	52.10		
PESO DE SUELO SECO	478.90	515.10	400.50		
CONTENIDO DE HUMEDAD	9.30	11.30	13.00		
DENSIDAD SECA	2.00	2.08	2.04		

**GRAFICO DE PROCTOR MODIFICADO**

Max. densidad seca  
2.08 gr/cm<sup>3</sup>

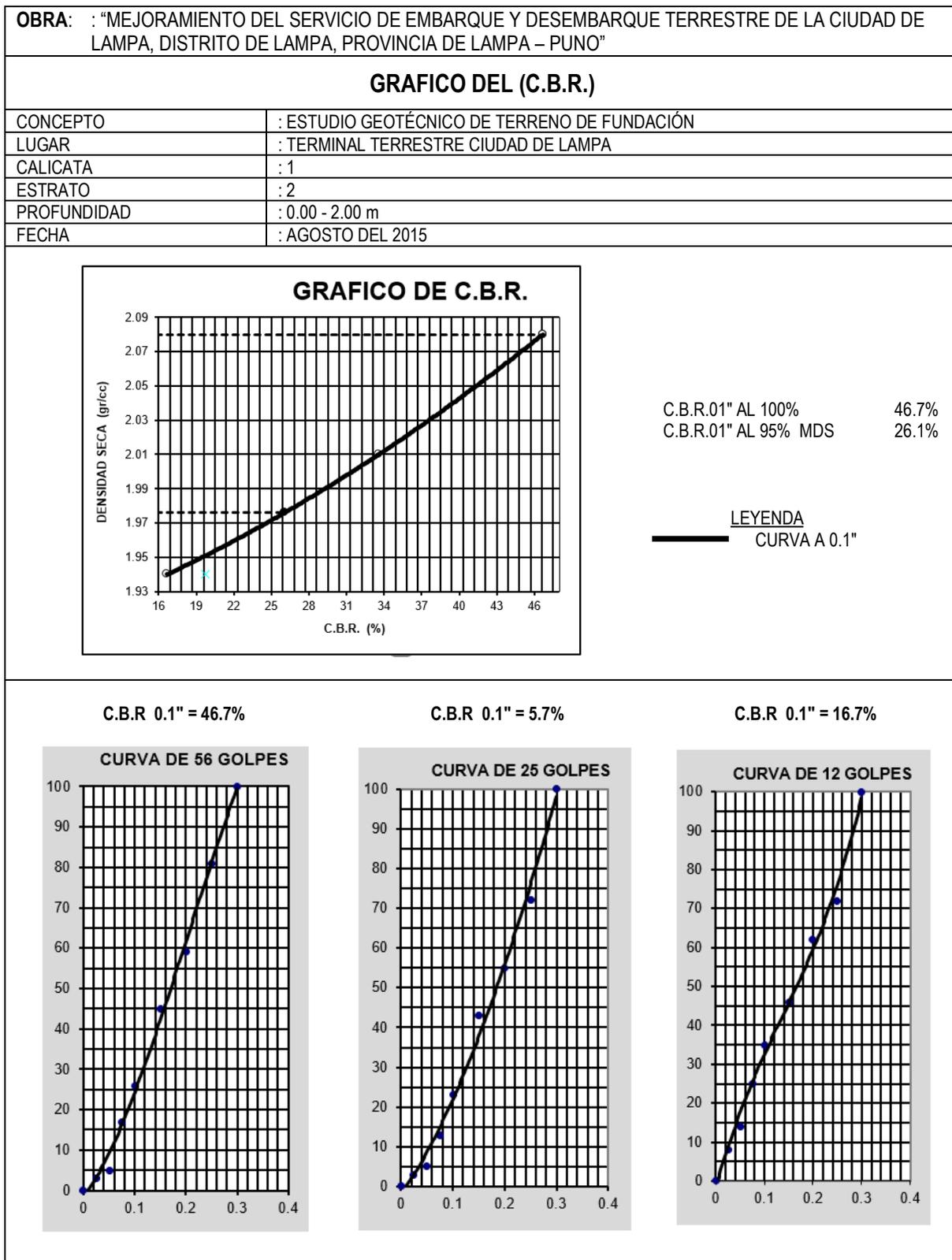
Conten. humedad óptima  
11.50 %

**Anexo 6 Certificado de Laboratorio Ensayo CBR**

Tabla 192 Ensayo CBR

<b>OBRA:</b> : “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EMBARQUE Y DESEMBARQUE TERRESTRE DE LA CIUDAD DE LAMPA, DISTRITO DE LAMPA, PROVINCIA DE LAMPA – PUNO”												
<b>VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) ( ASTM D-1883 )</b>												
CONCEPTO			: ESTUDIO GEOTÉCNICO DE TERRENO DE FUNDACIÓN									
LUGAR			: TERMINAL TERRESTRE CIUDAD DE LAMPA									
CALICATA			: 1									
ESTRATO			: 2									
PROFUNDIDAD			: 0.00 - 2.00 m									
FECHA			: AGOSTO DEL 2015									
Molde N°			4			5			6			
Capa N°			5			5			5			
Golpes por capa N°			56			25			12			
Condición de la muestra			SIN SUMERGIR			SIN SUMERGIR			SIN SUMERGIR			
Peso molde + suelo húmedo (gr.)			13373			13204			13011			
Peso del molde (gr.)			8456			8453			8432			
Peso del suelo húmedo (gr.)			4917			4751			4579			
Volumen del molde			2117			2125			2116			
Densidad Húmeda			2.32			2.24			2.16			
Humedad			11.50			11.50			11.50			
Densidad seca			2.08			2.01			1.94			
Tarro N°			1			2			3			
Tarro suelo humedo			564.8			513.6			484.6			
Tarro suelo seco			506.7			460.8			434.7			
Agua			58.1			52.8			49.9			
Peso del Tarro			0			0			0			
Peso del suelo seco			506.7			460.8			434.7			
Humedad			11.5			11.5			11.5			
Promedio de la humedad												
<b>ENSAYO EXPANSIÓN</b>												
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial m.m.	Expansión		Dial	Expansión		
				m.m.	%		m.m.	m.m.		m.m.	m.m.	
	8.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	8.00	24	2	0.0508	0.040	3	0.0762	0.060	4	0.1016	0.080	
	8.00	48	3	0.0762	0.060	4	0.1016	0.080	6	0.1524	0.120	
	8.00	72	4	0.1016	0.080	5	0.127	0.100	7	0.1778	0.140	
<b>PENETRACIÓN</b>												
Penetración			Lectura Dial	Lectura Correg.	Presión Lb/plg <sup>2</sup>	Lectura Dial	Lectura Correg.	Presión Lb/plg <sup>2</sup>	Lectura Dial	Lectura Correg.	Presión Lb/plg <sup>2</sup>	
Tiempo	mm	plg										
0.30	0.600	0.25	12	175	58	8	137	46	5	108	36	
1.00	1.300	0.50	24	291	97	16	214	71	14	195	65	
1.30	1.900	0.075	91	939	313	52	562	187	31	359	120	
2.00	2.500	0.100	141	1422	474	99	1016	339	46	504	168	
3.00	3.800	0.150	243	2408	803	189	1886	629	62	659	220	
4.00	5.000	0.200	324	3190	1063	241	2388	796	85	881	294	
5.00	6.000	0.250	443	4340	1447	322	3171	1057	101	1036	345	
6.00	7.500	0.300	551	5384	1795	447	4379	1460	142	1432	477	
8.00	10.000	0.400										
10.00	12.500	0.500										

Tabla 193 Grafico del Ensayo CBR



**Anexo 7 Certificado de Laboratorio Diseño de Mezclas**

**Tabla 194 Estudio de Agregados para el Concreto**

**Maximo E. Coyla Quiza**  
Ingeniero Civil - CIP 58472  
Registro de consultor N° C-3233  
Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos

### ESTUDIO DE AGREGADOS PARA CONCRETO

PROYECTO : TERMINAL TERRESTRE DE LA CIUDAD DE LAMPA  
 SOLICITA : Dist. Lampa, Prov. Lampa – Región Puno.  
 SOLICITA : Municipalidad Provincial de Lampa  
 FECHA : 03/10/2015.

---

CANTERA : Agregado fino y grueso de Río Lampa.

**1.- CONTENIDO DE HUMEDAD.- ( ASTM C-566 )**

AGREGADO	ARENA		GRAVA	
Tarro + muestra húmeda	70.33	68.92	219.12	224.92
Tarro + muestra seca	69.25	67.85	215.64	221.32
Peso de tarro	20.52	20.38	40.23	40.52
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.22	2.25	1.98	1.99

**2.- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN.- ( ASTM C-127 y C-128 )**

AGREGADO	GRAVA		AGREGADO	ARENA	
Peso muestra al aire cond. Sss	809.0	935.0	Peso muestra condición sss	500.0	500.0
Peso muestra sumerg. en agua	480.9	562.2	Peso de frasco + agua	1124.0	1124.0
Empuje	328.1	372.8	Peso de frasco + agua + muestra	1422.8	1424.6
Peso de muestra seca	784.0	906.4	Peso de muestra seca	488.4	486.6
Peso específico masivo	2.39	2.43	Peso específico masivo	2.43	2.44
Peso específico masivo sss	2.47	2.51	Peso específico masivo sss	2.49	2.51
Peso específico aparente	2.59	2.63	Peso específico aparente	2.58	2.62
Porcentaje de Absorción	3.19	3.16	Porcentaje de Absorción	2.38	2.75

**MAXIMO E. COYLA QUIZA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 58472

*Maximo E. Coyla Quiza*  
 Ingeniero Civil - CIP 58472  
 Registro de consultor N° C-3233  
 Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos

**3.- PESO UNITARIO.- (ASTM C-29)**

**PESO UNITARIO SECO SUELTO.-**

AGREGADO	ARENA		GRAVA	
Peso de muestra	3118	3124	4095	4087
Volumen de molde	2124	2124	2830	2830
PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )	1468	1471	1447	1444

**PESO UNITARIO SECO VARILLADO.-**

AGREGADO	ARENA		GRAVA	
Peso de muestra	3437	3425	4488	4471
Volumen de molde	2124	2124	2830	2830
PESO UNITARIO (Kg/m <sup>3</sup> )	1618	1613	1586	1580

**NOTA :**

- 1.- El hormigón de río como agregado global presenta un 60 % de grava y 40 % de arena.
- 2.- En el agregado grueso contiene el 2.06 % de partículas planas y alargadas.
- 3.- Las partículas del agregado grueso presentan formas sub-redondeadas.
- 4.- Es conveniente obtener el agregado fino tamizando en la malla N° 4 (4.76 mm), de tal manera se logre un módulo de fineza de acuerdo a especificaciones ASTM.

MAXIMO E. COYLA QUIZA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 58472

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

Proyecto : TERMINAL TERRESTRE DE LA CIUDAD DE LAMPA  
 Solicita : Municipalidad Provincial de Lampa  
 Cantera : Río Lampa  
 Muestra : M-1 ( Mezcla natural de Grava y Arena )  
 Fecha : Octubre - 2015

AGREGADO FINO				
TAMIZ	PESO RETEN.	% RETENIDO	%ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"		0,00	0,00	100,00
Nº 4		0,00	0,00	100,00
Nº 8	176,2	16,29	16,29	83,71
Nº 16	286,5	26,68	42,97	57,03
Nº 30	313,1	28,95	71,93	28,07
Nº 50	162,4	15,02	86,94	13,06
Nº 100	105,6	9,77	96,71	3,29
FONDO	35,6	3,29	100,00	0,00
SUMA	1081,4	100		

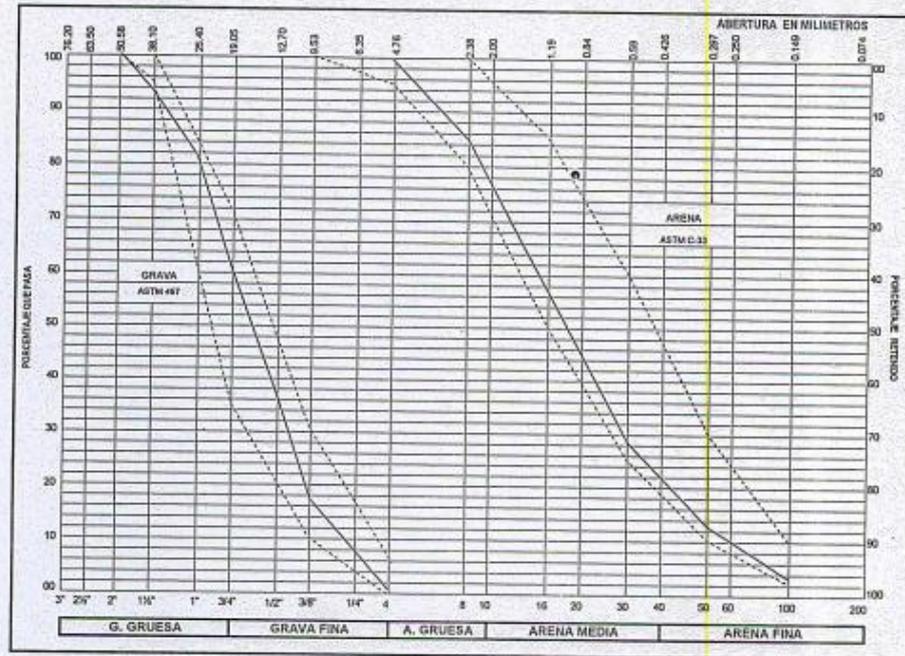
CANTERA : Río Lampa  
 Módulo de Finura : 3,15  
 % finos (malla 200) : 0,88%

OBSERVACIONES:  
 Agregado fino separado del hormigón en tamiz Nº 4.

AGREGADO GRUESO				
TAMIZ	PESO RETEN.	% RETENIDO	%ACUMULADO	% QUE PASA
2"		0,00	0,00	100,00
1 1/2"	172,6	6,96	6,96	93,04
1"	285,6	11,51	18,47	81,53
3/4"	496,3	20,01	38,48	61,52
1/2"	620,1	25,00	63,48	36,52
3/8"	470,2	18,96	82,44	17,56
Nº 4	426,8	17,21	99,65	0,35
FONDO	8,7	0,35	100,00	0,00
SUMA	2480,3	100,00		

CANTERA : Río Lampa  
 Módulo de Finura : 7,28  
 % finos (malla 200) : 0,35%

OBSERVACIONES:  
 T.M. : 1 1/2"  
 Planas y alargadas : 2,06 %  
 Forma de agregado : Sub-redondeada



*[Signature]*  
 MAXIMO E. COYLA GUIZA  
 INGENIERO CIVIL  
 1ºa. del Colegio de Ingenieros N° 5347º

Tabla 195 Certificado de Diseño de Mezclas

**Maximo E. Coyla Quiza**  
Ingeniero Civil - CIP 58472  
Registro de consultor N° C-3233  
Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos

### DISEÑO DE MEZCLAS

PROYECTO : TERMINAL TERRESTRE DE LA CIUDAD DE LAMPA  
 SOLICITA : Dist. Lampa, Prov. Lampa – Región Puno.  
 SOLICITA : Municipalidad Provincial de Lampa  
 FECHA : 03/10/2015.

---

CANtera : Agregado fino y grueso de Río Lampa.

**RESUMEN DE ESTUDIO DE AGREGADOS :**

PROPIEDADES DE DISEÑO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Tamaño máximo	-	1 1/2"
Módulo de fineza	3.15	-
Contenido de humedad (%)	2.24	1.99
Porcentaje de absorción (%)	2.57	3.18
Peso específico	2.50	2.49
Peso unitario seco suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1470	1446
Peso unitario seco compacto (kg/m <sup>3</sup> )	1616	1563

**CONDICIONES DE DISEÑO**

Aglomerante : Cemento Portland Tipo IP.  
 Asentamiento ( Slump ) : 3" a 4"  
 Agua de mezcla ( lts/m<sup>3</sup> ) : 175  
 Aire total (%) : 1.0  
 Volumen de agregado grueso ( m<sup>3</sup> ) : 0.64

**DISEÑO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'c = 140 kg/cm<sup>2</sup>**

Condición de durabilidad (a/c) : 0.62  
 Factor cemento : 6.64

**DOSIFICACION DE LA MEZCLA**

MATERIAL	Dosificación en peso (kg/m <sup>3</sup> )	Colada bols.cemento (kg/bol)	Proporción en Peso	Proporc. en Volum.
CEMENTO	282	42.5	1	1
AGREGADO FINO	749	113	2.66	2.65
AGREGADO GRUESO	1098	165	3.89	3.96
AGUA	190	29	-	-

**MAXIMO E. COYLA QUIZA**  
INGENIERO CIVIL  
reg. del Colegio de Ingenieros N° 58472

**Maximo E. Coyla Quiza**  
 Ingeniero Civil - CIP 58472  
 Registro de consultor N° C-3233  
 Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos

**DISEÑO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$**

Condición de durabilidad (a/c) : 0.53  
 Factor cemento : 7.76

**DOSIFICACION DE LA MEZCLA**

MATERIAL	Dosificación en peso (kg/m <sup>3</sup> )	Colada bols.cemento (kg/bol)	Proporción en Peso	Proporc. en Volum.
CEMENTO	330	42.5	1	1
AGREGADO FINO	710	91	2.15	2.15
AGREGADO GRUESO	1098	141	3.33	3.38
AGUA	190	24	-	-

**DISEÑO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

Condición de durabilidad (a/c) : 0.45  
 Factor cemento : 9.15

**DOSIFICACION DE LA MEZCLA**

MATERIAL	Dosificación en peso (kg/m <sup>3</sup> )	Colada bols.cemento (kg/bol)	Proporción en Peso	Proporc. en Volum.
CEMENTO	389	42.5	1	1
AGREGADO FINO	663	72	1.70	1.70
AGREGADO GRUESO	1098	120	2.82	2.87
AGUA	190	21	-	-

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :**

- Los agregados grava y arena cumplen con las especificaciones ASTM C-33.
- El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de Norma y ser de preferencia potable.
- El empleo de aditivos no debe reducir el mínimo de cemento.
- La resistencia del concreto se controla con probetas curadas en el sitio, para lo que se recomienda :
  - Las probetas luego de moldeadas debe conservarse las primeras 24 horas entre 16 a 27°C, y el desmoldado debe ejecutarse dentro de 16 a 34 horas luego de vaciadas.
  - Los ensayos de morteros para los periodos indicados, deben alcanzar como mínimo los porcentajes que se señalan de la resistencia especificada a la compresión : A los 7 días debe alcanzar al 70%, y a los 28 días al 100%.

**MAXIMO E. COYLA QUIZA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Ing. del Colegio de Ingenieros N° 58472

**Anexo 8 Rotura de Briquetas**

Tabla 196 Rotura de Briquetas

**RESULTADO DE COMPRESIÓN – CEMENTO PORTLAND TIPO IP**

<b>A. (+ 5% de AGUA)</b>							
Días Curado y Rotura	Relación (a/c)	Dimensiones			Esfuerzo Ultimo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de Resistencia
	0.80	Diámetro ( cm )	Altura (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )			
3	21610	15.10	30.0	179.1	120.67	121.21	57.7%
3	21750	15.00	29.9	176.7	123.08		
3	22040	15.30	30.0	183.9	119.88		
7	26670	15.00	29.9	176.7	150.92	149.44	71.2%
7	27040	15.20	30.0	181.5	149.01		
7	26220	15.00	30.0	176.7	148.37		
14	29640	15.00	30.1	176.7	167.73	166.48	79.3%
14	29240	15.00	30.0	176.7	165.46		
14	29770	15.10	29.9	179.1	166.24		
28	34610	15.10	30.0	179.1	193.27	197.64	94.1%
28	35360	15.10	30.0	179.1	197.45		
28	35730	15.00	30.0	176.7	202.19		
56	36500	15.20	30.0	181.5	201.15	205.05	97.6%
56	36900	15.10	29.8	179.1	206.05		
56	36750	15.00	30.0	176.7	207.96		

RESULTADO DE COMPRESIÓN – CEMENTO PORTLAND TIPO IP

<b>B. ( 0% de AGUA)</b>							
Días Curado y Rotura	Relación (a/c)	Dimensiones			Esfuerzo Ultimo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de Resistencia
	0.80	Diámetro ( cm )	Altura (cm)	Área (cm)			
3	24400	15.10	30.0	179.1	136.25	134.66	64.1%
3	24020	15.00	29.9	176.7	135.93		
3	24230	15.30	30.0	183.9	131.79		
7	29100	15.00	29.9	176.7	164.67	163.79	78.0%
7	29310	15.20	30.0	181.5	161.52		
7	29190	15.00	30.0	176.7	165.18		
14	31880	15.00	30.1	176.7	180.40	184.06	87.6%
14	33490	15.00	30.0	176.7	189.51		
14	32640	15.10	29.9	179.1	182.27		
28	37620	15.10	30.0	179.1	210.07	213.20	101.5%
28	38180	15.10	30.0	179.1	213.20		
28	38230	15.00	30.0	176.7	216.34		
56	37730	15.20	30.0	181.5	207.93	218.27	103.9%
56	40240	15.10	29.8	179.1	224.71		
56	39260	15.00	30.0	176.7	222.17		

RESULTADO DE COMPRESIÓN – CEMENTO PORTLAND TIPO IP

C. (- 5% de AGUA)							
Días Curado y Rotura	Relación (a/c)	Dimensiones			Esfuerzo Ultimo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de Resistencia
	0.80	Diámetro ( cm )	Altura (cm)	Área (cm)			
3	24090	15.10	30.0	179.1	134.52	136.34	64.9%
3	24640	15.00	29.9	176.7	139.43		
3	24830	15.30	30.0	183.9	135.05		
7	29700	15.00	29.9	176.7	168.07	165.67	78.9%
7	29470	15.20	30.0	181.5	162.41		
7	29430	15.00	30.0	176.7	166.54		
14	35720	15.00	30.1	176.7	202.13	199.96	95.2%
14	35650	15.00	30.0	176.7	201.74		
14	35100	15.10	29.9	179.1	196.00		
28	41200	15.10	30.0	179.1	230.07	229.63	109.3%
28	41010	15.10	30.0	179.1	229.01		
28	40610	15.00	30.0	176.7	229.81		
56	41520	15.20	30.0	181.5	228.81	229.97	109.5%
56	40720	15.10	29.8	179.1	227.39		
56	41300	15.00	30.0	176.7	233.71		

Anexo 9 Distribución de Fisher (F)

Tabla 197 Fisher

n <sub>2</sub>	5 % (normal) y 1 % (negritas) puntos para la distribución de F n <sub>1</sub> grados de libertad (para el mayor cuadrado medio)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	1.99	1.95	1.89	1.84
	<b>7.44</b>	<b>5.29</b>	<b>4.42</b>	<b>3.93</b>	<b>3.61</b>	<b>3.39</b>	<b>3.22</b>	<b>3.09</b>	<b>2.98</b>	<b>2.89</b>	<b>2.82</b>	<b>2.76</b>	<b>2.66</b>	<b>2.58</b>	<b>2.46</b>	<b>2.38</b>
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.87	1.82
	<b>7.40</b>	<b>5.25</b>	<b>4.38</b>	<b>3.89</b>	<b>3.57</b>	<b>3.35</b>	<b>3.18</b>	<b>3.05</b>	<b>2.95</b>	<b>2.86</b>	<b>2.79</b>	<b>2.72</b>	<b>2.62</b>	<b>2.54</b>	<b>2.43</b>	<b>2.35</b>
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.96	1.92	1.85	1.81
	<b>7.35</b>	<b>5.21</b>	<b>4.34</b>	<b>3.86</b>	<b>3.54</b>	<b>3.32</b>	<b>3.15</b>	<b>3.02</b>	<b>2.92</b>	<b>2.83</b>	<b>2.75</b>	<b>2.69</b>	<b>2.59</b>	<b>2.51</b>	<b>2.40</b>	<b>2.32</b>
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.95	1.90	1.84	1.79
	<b>7.31</b>	<b>5.18</b>	<b>4.31</b>	<b>3.83</b>	<b>3.51</b>	<b>3.29</b>	<b>3.12</b>	<b>2.99</b>	<b>2.89</b>	<b>2.80</b>	<b>2.73</b>	<b>2.66</b>	<b>2.56</b>	<b>2.48</b>	<b>2.37</b>	<b>2.29</b>
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.94	1.89	1.83	1.78
	<b>7.28</b>	<b>5.15</b>	<b>4.29</b>	<b>3.80</b>	<b>3.49</b>	<b>3.27</b>	<b>3.10</b>	<b>2.97</b>	<b>2.86</b>	<b>2.78</b>	<b>2.70</b>	<b>2.64</b>	<b>2.54</b>	<b>2.46</b>	<b>2.34</b>	<b>2.26</b>
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.92	1.88	1.81	1.77
	<b>7.25</b>	<b>5.12</b>	<b>4.26</b>	<b>3.78</b>	<b>3.47</b>	<b>3.24</b>	<b>3.08</b>	<b>2.95</b>	<b>2.84</b>	<b>2.75</b>	<b>2.68</b>	<b>2.62</b>	<b>2.52</b>	<b>2.44</b>	<b>2.32</b>	<b>2.24</b>
46	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42	2.30	2.22	2.15	2.09	2.04	2.00	1.97	1.91	1.87	1.80	1.76
	<b>7.22</b>	<b>5.10</b>	<b>4.24</b>	<b>3.76</b>	<b>3.44</b>	<b>3.22</b>	<b>3.06</b>	<b>2.93</b>	<b>2.82</b>	<b>2.73</b>	<b>2.66</b>	<b>2.60</b>	<b>2.50</b>	<b>2.42</b>	<b>2.30</b>	<b>2.22</b>
48	4.04	3.19	2.80	2.57	2.41	2.29	2.21	2.14	2.08	2.03	1.99	1.96	1.90	1.86	1.79	1.75
	<b>7.19</b>	<b>5.08</b>	<b>4.22</b>	<b>3.74</b>	<b>3.43</b>	<b>3.20</b>	<b>3.04</b>	<b>2.91</b>	<b>2.80</b>	<b>2.71</b>	<b>2.64</b>	<b>2.58</b>	<b>2.48</b>	<b>2.40</b>	<b>2.28</b>	<b>2.20</b>
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03	1.99	1.95	1.89	1.85	1.78	1.74
	<b>7.17</b>	<b>5.06</b>	<b>4.20</b>	<b>3.72</b>	<b>3.41</b>	<b>3.19</b>	<b>3.02</b>	<b>2.89</b>	<b>2.78</b>	<b>2.70</b>	<b>2.63</b>	<b>2.56</b>	<b>2.46</b>	<b>2.38</b>	<b>2.27</b>	<b>2.18</b>
55	4.02	3.16	2.77	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.06	2.01	1.97	1.93	1.88	1.83	1.76	1.72
	<b>7.12</b>	<b>5.01</b>	<b>4.16</b>	<b>3.68</b>	<b>3.37</b>	<b>3.15</b>	<b>2.98</b>	<b>2.85</b>	<b>2.75</b>	<b>2.66</b>	<b>2.59</b>	<b>2.53</b>	<b>2.42</b>	<b>2.34</b>	<b>2.23</b>	<b>2.15</b>
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.86	1.82	1.75	1.70
	<b>7.08</b>	<b>4.98</b>	<b>4.13</b>	<b>3.65</b>	<b>3.34</b>	<b>3.12</b>	<b>2.95</b>	<b>2.82</b>	<b>2.72</b>	<b>2.63</b>	<b>2.56</b>	<b>2.50</b>	<b>2.39</b>	<b>2.31</b>	<b>2.20</b>	<b>2.12</b>
65	3.99	3.14	2.75	2.51	2.36	2.24	2.15	2.08	2.03	1.98	1.94	1.90	1.85	1.80	1.73	1.69
	<b>7.04</b>	<b>4.95</b>	<b>4.10</b>	<b>3.62</b>	<b>3.31</b>	<b>3.09</b>	<b>2.93</b>	<b>2.80</b>	<b>2.69</b>	<b>2.61</b>	<b>2.53</b>	<b>2.47</b>	<b>2.37</b>	<b>2.29</b>	<b>2.17</b>	<b>2.09</b>
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.14	2.07	2.02	1.97	1.93	1.89	1.84	1.79	1.72	1.67
	<b>7.01</b>	<b>4.92</b>	<b>4.07</b>	<b>3.60</b>	<b>3.29</b>	<b>3.07</b>	<b>2.91</b>	<b>2.78</b>	<b>2.67</b>	<b>2.59</b>	<b>2.51</b>	<b>2.45</b>	<b>2.35</b>	<b>2.27</b>	<b>2.15</b>	<b>2.07</b>
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.21	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.82	1.77	1.70	1.65
	<b>6.96</b>	<b>4.88</b>	<b>4.04</b>	<b>3.56</b>	<b>3.26</b>	<b>3.04</b>	<b>2.87</b>	<b>2.74</b>	<b>2.64</b>	<b>2.55</b>	<b>2.48</b>	<b>2.42</b>	<b>2.31</b>	<b>2.23</b>	<b>2.12</b>	<b>2.03</b>
100	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	1.93	1.89	1.85	1.79	1.75	1.68	1.63
	<b>6.90</b>	<b>4.82</b>	<b>3.98</b>	<b>3.51</b>	<b>3.21</b>	<b>2.99</b>	<b>2.82</b>	<b>2.69</b>	<b>2.59</b>	<b>2.50</b>	<b>2.43</b>	<b>2.37</b>	<b>2.27</b>	<b>2.19</b>	<b>2.07</b>	<b>1.98</b>
125	3.92	3.07	2.68	2.44	2.29	2.17	2.08	2.01	1.96	1.91	1.87	1.83	1.77	1.73	1.66	1.60
	<b>6.84</b>	<b>4.78</b>	<b>3.94</b>	<b>3.47</b>	<b>3.17</b>	<b>2.95</b>	<b>2.79</b>	<b>2.66</b>	<b>2.55</b>	<b>2.47</b>	<b>2.39</b>	<b>2.33</b>	<b>2.23</b>	<b>2.15</b>	<b>2.03</b>	<b>1.94</b>
150	3.90	3.06	2.66	2.43	2.27	2.16	2.07	2.00	1.94	1.89	1.85	1.82	1.76	1.71	1.64	1.59
	<b>6.81</b>	<b>4.75</b>	<b>3.91</b>	<b>3.45</b>	<b>3.14</b>	<b>2.92</b>	<b>2.76</b>	<b>2.63</b>	<b>2.53</b>	<b>2.44</b>	<b>2.37</b>	<b>2.31</b>	<b>2.20</b>	<b>2.12</b>	<b>2.00</b>	<b>1.92</b>
200	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93	1.88	1.84	1.80	1.74	1.69	1.62	1.57
	<b>6.76</b>	<b>4.71</b>	<b>3.88</b>	<b>3.41</b>	<b>3.11</b>	<b>2.89</b>	<b>2.73</b>	<b>2.60</b>	<b>2.50</b>	<b>2.41</b>	<b>2.34</b>	<b>2.27</b>	<b>2.17</b>	<b>2.09</b>	<b>1.97</b>	<b>1.89</b>
400	3.86	3.02	2.63	2.39	2.24	2.12	2.03	1.96	1.90	1.85	1.81	1.78	1.72	1.67	1.60	1.54
	<b>6.70</b>	<b>4.66</b>	<b>3.83</b>	<b>3.37</b>	<b>3.06</b>	<b>2.85</b>	<b>2.68</b>	<b>2.56</b>	<b>2.45</b>	<b>2.37</b>	<b>2.29</b>	<b>2.23</b>	<b>2.13</b>	<b>2.05</b>	<b>1.92</b>	<b>1.84</b>
1000	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.11	2.02	1.95	1.89	1.84	1.80	1.76	1.70	1.65	1.58	1.53
	<b>6.66</b>	<b>4.63</b>	<b>3.80</b>	<b>3.34</b>	<b>3.04</b>	<b>2.82</b>	<b>2.66</b>	<b>2.53</b>	<b>2.43</b>	<b>2.34</b>	<b>2.27</b>	<b>2.20</b>	<b>2.10</b>	<b>2.02</b>	<b>1.90</b>	<b>1.81</b>
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88	1.83	1.79	1.75	1.69	1.64	1.57	1.52
	<b>6.63</b>	<b>4.61</b>	<b>3.78</b>	<b>3.32</b>	<b>3.02</b>	<b>2.80</b>	<b>2.64</b>	<b>2.51</b>	<b>2.41</b>	<b>2.32</b>	<b>2.25</b>	<b>2.18</b>	<b>2.08</b>	<b>2.00</b>	<b>1.88</b>	<b>1.79</b>

Anexo 10 Distribución de Tukey - Alturas

Tabla 198 Valores críticos para la prueba de Tukey - Alturas

$v_2$ ↓	$\alpha$ ↓	$v_1$									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17	0.05	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.71	4.86	4.99	5.11	5.21
	0.01	4.10	4.74	5.14	5.43	5.66	5.85	6.01	6.15	6.27	6.38
18	0.05	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17
	0.01	4.07	4.70	5.09	5.38	5.60	5.79	5.94	6.08	6.20	6.31
19	0.05	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14
	0.01	4.05	4.67	5.05	5.33	5.55	5.73	5.89	6.02	6.14	6.25
20	0.05	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11
	0.01	4.02	4.64	5.02	5.29	5.51	5.69	5.84	5.97	6.09	6.19
24	0.05	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01
	0.01	3.96	4.54	4.91	5.17	5.37	5.54	5.69	5.81	5.92	6.02
30	0.05	2.89	3.49	3.84	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.83	4.92
	0.01	3.89	4.45	4.80	5.05	5.24	5.40	5.54	5.65	5.76	5.85
40	0.05	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.74	4.82
	0.01	3.82	4.37	4.70	4.93	5.11	5.27	5.39	5.50	5.60	5.69
60	0.05	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73
	0.01	3.76	4.28	4.60	4.82	4.99	5.13	5.25	5.36	5.45	5.53
120	0.05	2.80	3.36	3.69	3.92	4.10	4.24	4.36	4.48	4.56	4.64
	0.01	3.70	4.10	4.50	4.71	4.87	5.01	5.12	5.21	5.30	5.38
$\infty$	0.05	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55
	0.01	3.64	4.12	4.40	4.60	4.76	4.88	4.99	5.08	5.16	5.23

Anexo 11 Distribución de Tukey - Concreto

Tabla 199 Valores críticos para la prueba de Tukey - Concreto

v <sub>2</sub> ↓	α ↓	v <sub>1</sub>									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	0.05	18.00	29.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59
	0.01	90.03	135.0	164.3	185.6	202.2	215.8	227.2	237.0	245.6	253.2
2	0.05	6.10	8.33	9.80	10.88	11.74	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39
	0.01	14.04	19.02	22.29	24.72	26.63	28.20	29.53	30.68	31.69	32.59
3	0.05	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72
	0.01	8.26	10.62	12.17	13.33	14.24	15.00	15.64	16.20	16.69	17.13
4	0.05	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.34	7.60	7.83	8.03
	0.01	6.51	8.12	9.17	9.96	10.58	11.10	11.55	11.93	12.27	12.57
5	0.05	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17
	0.01	5.70	6.97	7.80	8.42	8.91	9.32	9.67	9.97	10.24	10.48
6	0.05	3.46	4.34	4.90	5.31	5.63	5.89	6.12	6.32	6.49	6.65
	0.01	5.24	6.33	7.03	7.56	7.97	8.32	8.61	8.87	9.10	9.30
7	0.05	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30
	0.01	4.95	5.92	6.54	7.01	7.37	7.68	7.94	8.17	8.37	8.55
8	0.05	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05
	0.01	4.74	5.63	6.20	6.63	6.96	7.24	7.47	7.68	7.87	8.03
9	0.05	3.20	3.95	4.42	4.76	5.02	5.24	5.43	5.60	5.74	5.87
	0.01	4.60	5.43	5.96	6.35	6.66	6.91	7.13	7.32	7.49	7.65
10	0.05	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72
	0.01	4.48	5.27	5.77	6.14	6.43	6.67	6.87	7.05	7.21	7.36
11	0.05	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61
	0.01	4.39	5.14	5.62	5.97	6.25	6.48	6.67	6.84	6.99	7.13
12	0.05	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.40	5.51
	0.01	4.32	5.04	5.50	5.84	6.10	6.32	6.51	6.67	6.81	6.94
13	0.05	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43
	0.01	4.26	4.96	5.40	5.73	5.98	6.19	6.37	6.53	6.67	6.79
14	0.05	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36
	0.01	4.21	4.89	5.32	5.63	5.88	6.08	6.26	6.41	6.54	6.66
15	0.05	3.01	3.67	4.08	4.37	4.60	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31
	0.01	4.17	4.83	5.25	5.56	5.80	5.99	6.16	6.31	6.44	6.55
16	0.05	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26
	0.01	4.13	4.78	5.19	5.49	5.72	5.92	6.08	6.22	6.35	6.46

Anexo 12 Prueba de Dunnett - Alturas

Tabla 200 Dunnett - Alturas

$g^l_{error}$	$\alpha$	Número de condiciones de la variable independiente								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,050	2,57	3,03	3,29	3,48	3,62	3,73	3,82	3,900	3,970
	0,010	4,03	4,63	4,98	5,22	5,41	5,56	5,69	5,800	5,890
6	0,050	2,45	2,86	3,10	3,26	3,39	3,49	3,57	3,640	3,710
	0,010	3,71	4,21	4,51	4,71	4,87	5,00	5,10	5,200	5,280
7	0,050	2,36	2,75	2,97	3,12	3,24	3,33	3,41	3,470	3,530
	0,010	3,50	3,95	4,21	4,39	4,53	4,64	4,74	4,820	4,890
8	0,050	2,31	2,67	2,88	3,02	3,13	3,22	3,29	3,350	3,410
	0,010	3,36	3,77	4,00	4,17	4,29	4,40	4,48	4,560	4,620
9	0,050	2,26	2,61	2,81	2,95	3,05	3,14	3,20	3,260	3,320
	0,010	3,25	3,63	3,85	4,01	4,12	4,22	4,30	4,370	4,430
10	0,050	2,23	2,57	2,76	2,89	2,99	3,07	3,14	3,190	3,240
	0,010	3,17	3,53	3,74	3,88	3,99	4,08	4,16	4,220	4,280
11	0,050	2,20	2,53	2,72	2,84	2,94	3,02	3,08	3,140	3,190
	0,010	3,11	3,45	3,65	3,79	3,89	3,98	4,05	4,110	4,160
12	0,050	2,18	2,50	2,68	2,81	2,90	2,98	3,04	3,090	3,140
	0,010	3,05	3,39	3,58	3,71	3,81	3,89	3,96	4,020	4,070
13	0,050	2,16	2,48	2,65	2,78	2,87	2,94	3,00	3,060	3,100
	0,010	3,01	3,33	3,52	3,65	3,74	3,82	3,89	3,940	3,990
14	0,050	2,14	2,46	2,63	2,75	2,84	2,91	2,97	3,020	3,070
	0,010	2,98	3,29	3,47	3,59	3,69	3,76	3,83	3,880	3,930
15	0,050	2,13	2,44	2,61	2,73	2,82	2,89	2,95	3,000	3,040
	0,010	2,95	3,25	3,43	3,55	3,64	3,71	3,78	3,830	3,880
16	0,050	2,12	2,42	2,59	2,71	2,80	2,87	2,92	2,970	3,020
	0,010	2,92	3,22	3,39	3,51	3,60	3,67	3,73	3,780	3,830
17	0,050	2,11	2,41	2,58	2,69	2,78	2,85	2,90	2,950	3,000
	0,010	2,90	3,19	3,36	3,47	3,56	3,63	3,69	3,740	3,790
18	0,050	2,10	2,40	2,56	2,68	2,76	2,83	2,89	2,940	2,980
	0,010	2,88	3,17	3,33	3,44	3,53	3,60	3,66	3,710	3,750
19	0,050	2,09	2,39	2,55	2,66	2,75	2,81	2,87	2,920	2,960
	0,010	2,86	3,15	3,31	3,42	3,50	3,57	3,63	3,680	3,720
20	0,050	2,09	2,38	2,54	2,65	2,73	2,80	2,86	2,900	2,950
	0,010	2,85	3,13	3,29	3,40	3,48	3,55	3,60	3,650	3,690
24	0,050	2,06	2,35	2,51	2,61	2,70	2,76	2,81	2,860	2,900
	0,010	2,80	3,07	3,22	3,32	3,40	3,47	3,52	3,570	3,610
30	0,050	2,04	2,32	2,47	2,58	2,66	2,72	2,77	2,820	2,860
	0,010	2,75	3,01	3,15	3,25	3,33	3,39	3,44	3,490	3,520
40	0,050	2,02	2,29	2,44	2,54	2,62	2,68	2,73	2,770	2,810
	0,010	2,70	2,95	3,09	3,19	3,26	3,32	3,37	3,410	3,440
60	0,050	2,00	2,27	2,41	2,51	2,58	2,64	2,69	2,730	2,770
	0,010	2,66	2,90	3,03	3,12	3,19	3,25	3,29	3,330	3,370
120	0,050	1,98	2,24	2,38	2,47	2,55	2,60	2,65	2,690	2,730
	0,010	2,62	2,85	2,97	3,06	3,12	3,18	3,22	3,260	3,290
$\infty$	0,050	1,96	2,21	2,35	2,44	2,51	2,57	2,61	2,650	2,690
	0,010	2,58	2,79	2,92	3,00	3,06	3,11	3,15	3,190	3,220

Anexo 13 Prueba de Dunnett - Concreto

Tabla 201 Dunnett - Concreto

$g^l_{error}$	$\alpha$	Número de condiciones de la variable independiente								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,050	2,57	3,03	3,29	3,48	3,62	3,73	3,82	3,900	3,970
	0,010	4,03	4,63	4,98	5,22	5,41	5,56	5,69	5,800	5,890
6	0,050	2,45	2,86	3,10	3,26	3,39	3,49	3,57	3,640	3,710
	0,010	3,71	4,21	4,51	4,71	4,87	5,00	5,10	5,200	5,280
7	0,050	2,36	2,75	2,97	3,12	3,24	3,33	3,41	3,470	3,530
	0,010	3,50	3,95	4,21	4,39	4,53	4,64	4,74	4,820	4,890
8	0,050	2,31	2,67	2,88	3,02	3,13	3,22	3,29	3,350	3,410
	0,010	3,36	3,77	4,00	4,17	4,29	4,40	4,48	4,560	4,620
9	0,050	2,26	2,61	2,81	2,95	3,05	3,14	3,20	3,260	3,320
	0,010	3,25	3,63	3,85	4,01	4,12	4,22	4,30	4,370	4,430
10	0,050	2,23	2,57	2,76	2,89	2,99	3,07	3,14	3,190	3,240
	0,010	3,17	3,53	3,74	3,88	3,99	4,08	4,16	4,220	4,280
11	0,050	2,20	2,53	2,72	2,84	2,94	3,02	3,08	3,140	3,190
	0,010	3,11	3,45	3,65	3,79	3,89	3,98	4,05	4,110	4,160
12	0,050	2,18	2,50	2,68	2,81	2,90	2,98	3,04	3,090	3,140
	0,010	3,05	3,39	3,58	3,71	3,81	3,89	3,96	4,020	4,070
13	0,050	2,16	2,48	2,65	2,78	2,87	2,94	3,00	3,060	3,100
	0,010	3,01	3,33	3,52	3,65	3,74	3,82	3,89	3,940	3,990
14	0,050	2,14	2,46	2,63	2,75	2,84	2,91	2,97	3,020	3,070
	0,010	2,98	3,29	3,47	3,59	3,69	3,76	3,83	3,880	3,930
15	0,050	2,13	2,44	2,61	2,73	2,82	2,89	2,95	3,000	3,040
	0,010	2,95	3,25	3,43	3,55	3,64	3,71	3,78	3,830	3,880
16	0,050	2,12	2,42	2,59	2,71	2,80	2,87	2,92	2,970	3,020
	0,010	2,92	3,22	3,39	3,51	3,60	3,67	3,73	3,780	3,830
17	0,050	2,11	2,41	2,58	2,69	2,78	2,85	2,90	2,950	3,000
	0,010	2,90	3,19	3,36	3,47	3,56	3,63	3,69	3,740	3,790
18	0,050	2,10	2,40	2,56	2,68	2,76	2,83	2,89	2,940	2,980
	0,010	2,88	3,17	3,33	3,44	3,53	3,60	3,66	3,710	3,750
19	0,050	2,09	2,39	2,55	2,66	2,75	2,81	2,87	2,920	2,960
	0,010	2,86	3,15	3,31	3,42	3,50	3,57	3,63	3,680	3,720
20	0,050	2,09	2,38	2,54	2,65	2,73	2,80	2,86	2,900	2,950
	0,010	2,85	3,13	3,29	3,40	3,48	3,55	3,60	3,650	3,690
24	0,050	2,06	2,35	2,51	2,61	2,70	2,76	2,81	2,860	2,900
	0,010	2,80	3,07	3,22	3,32	3,40	3,47	3,52	3,570	3,610
30	0,050	2,04	2,32	2,47	2,58	2,66	2,72	2,77	2,820	2,860
	0,010	2,75	3,01	3,15	3,25	3,33	3,39	3,44	3,490	3,520
40	0,050	2,02	2,29	2,44	2,54	2,62	2,68	2,73	2,770	2,810
	0,010	2,70	2,95	3,09	3,19	3,26	3,32	3,37	3,410	3,440
60	0,050	2,00	2,27	2,41	2,51	2,58	2,64	2,69	2,730	2,770
	0,010	2,66	2,90	3,03	3,12	3,19	3,25	3,29	3,330	3,370
120	0,050	1,98	2,24	2,38	2,47	2,55	2,60	2,65	2,690	2,730
	0,010	2,62	2,85	2,97	3,06	3,12	3,18	3,22	3,260	3,290
$\infty$	0,050	1,96	2,21	2,35	2,44	2,51	2,57	2,61	2,650	2,690
	0,010	2,58	2,79	2,92	3,00	3,06	3,11	3,15	3,190	3,220