



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE AGUA EN LA
ELABORACION DE HORMIGONES”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

AUTORA: JOSSELYN DOMENICA CELI GORDILLO.

**DIRECTOR: MSC. ING. JUAN SEBASTIAN MALDONADO
NOBOA**

CUENCA - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**“INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE AGUA EN LA
ELABORACION DE HORMIGONES”**

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTORA: JOSSELYN DOMENICA CELI GORDILLO.

DIRECTOR: MSC.ING. JUAN SEBASTIAN MALDONADO NOBOA

CUENCA - ECUADOR

2023

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Josselyn Domenica Celi Gordillo portadora de la cédula de ciudadanía N° **1105872822** Declaro ser autora de la obra: “**Influencia en la calidad de agua en la elaboración de hormigones**”, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros. Declaramos finalmente que nuestra obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **13 de abril de 2023**

F: 

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de titulación con el tema **“INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE AGUA EN LA ELABORACION DE HORMIGONES”** fue desarrollado, Josselyn Domenica Celi Gordillo, bajo mi supervisión.

Atentamente,

DIOS, PATRIA CULTURA Y DESARROLLO

F: 

Msc. Ing. Juan Sebastián Maldonado Noboa

C.I. 0104005152

DOCENTE – TUTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mis padres, Ing. Carlos Celi y Lic. Magaly Gordillo que han sido los que me apoyaron en cada paso que di, por ser el pilar fundamental de cada uno de los logros que he obtenido hasta hoy, por su amor y alentarme cada vez para que no me rinda.

A mis hermanas, Melina y Julissa por aconsejarme siempre y tener las palabras exactas cuando más las necesitaba, a mi hermana Lía por ser una de las personas que me ayudo con su apoyo a que este sueño se cumpla y afrontar cada uno de los retos.

A mi mejor amigo Adrián, por ser una de las personas que ha estado presente en cada paso que he dado durante toda mi carrera, ayudándome cuando más lo necesitaba gracias por su apoyo y paciencia, porque no has dudado de mí y te has mantenido siempre dispuesto a animarme.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios por regalarme sabiduría, paciencia y fortaleza por permitirme culminar este proyecto. A toda mi familia que me brindo su apoyo incondicional, A mi alma mater, Universidad Católica de Cuenca, gracias por haberme permitido formarme como profesional, y brindarme todos los conocimientos necesarios.

A los Ing. Marcos González e Ing., Juan Monge encargados del Laboratorio, por su apoyo, confianza, y disponibilidad para permitirme desarrollar la tesis.

Al Ing. Juan Maldonado, mi tutor de tesis que me ha encaminado durante el proyecto, brindado su apoyo y conocimiento en cada una de las etapas.

RESUMEN

En la presente investigación se realizó un análisis comparativo del hormigón cuando se elabora con tres tipos de agua: **Agua Lluvia, Agua Estancada, Agua de Quebrada**, para saber si existe una influencia significativa al fabricar con un tipo de agua diferente al agua potable, para conocer **si es viable la utilización de las mismas**, se realizaron probetas con dosificaciones de las resistencias $f'c = 180, 210, 240, 300 \text{ kg/cm}^2$, se realizó ensayos de resistencia a la compresión a los 7,14,28 días. Y la caracterización de los tipos de agua a utilizar para conocer las características físicas y químicas como: pH Turbiedad, DBO, DBO5, entre otros. Se elaboraron cilindros con los diferentes tipos de agua mencionados anteriormente dando como resultado que los cilindros elaborados con agua de quebrada si existe alteración y no es recomendable la utilización de este tipo de agua, El uso del agua lluvia, y estancada alcanzaron menor resistencia a la compresión, pero se encuentra dentro del rango permitido. Se puede concluir que el uso de agua estancada y lluvia puede ser una alternativa conveniente para la fabricación de hormigones.

Palabras clave: Agua lluvia, Agua Estancada, Agua de Quebrada, Resistencia a la compresión.

ABSTRACT

Tabla de contenido

declaración de autoría	1
cERTIFICACIÓN	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
Capítulo I	13
1.1 Introducción	13
1.2 Formulación Del Problema	14
1.3 Delimitación Del Problema	15
1.4. Justificación	16
1.5 Objetivos	16
1.5.1 Objetivo General	16
1.5.2 Objetivos Específicos.....	17
1.6 Estado del Arte.....	17
Capitulo II - Marco Teórico.....	18
2.1 Generalidades.....	18
2.2 Cemento	18
2.3 Agua	19
2.3.1 Agua de mezclado	19
2.3.2 Agua de Evaporable	21
2.3.3 Agua de curado	21
2.3.4 Agua Potable	21
2.3.5 Agua Lluvia.....	21
2.3.6 Agua Quebrada	21
2.3.7 Agua Estancada.....	22
2.4 Ensayos químicos de los tipos de agua	22
2.4.1 Coliformes totales y fecales	23
2.4.2 Nitritos y Nitratos.....	24
2.4.3 PH	25
2.4.4 Turbidez	25
2.4.4 Cloruros.....	26

2.4.4 Conductividad	26
2.4.5 DBO y DBO5	26
2.4 Agregados	27
2.4.1 Agregados finos	28
2.4.2 Ensayo del laboratorio de la Arena	28
2.4.3 Peso específico y absorción de la arena	28
2.4.4 Agregados gruesos	31
2.4.5 Ensayo del laboratorio del Ripio.....	32
2.4.6 Peso específico y absorción del ripio.....	32
2.5 Granulometría	34
2.5.1 Granulometría de la arena	34
2.5.2 Granulometría del Ripio.....	36
2.6 Porcentaje de vacíos.....	37
2.7 Hormigón	37
2.7.1 Propiedades del hormigón.....	37
2.7.2 Propiedades del hormigón fresco.....	38
2.7.2.1 Trabajabilidad	38
2.7.2.2 Consistencia	38
2.7.2.3 Peso Unitario.....	38
2.7.2.4 Tiempo Abierto	39
2.9 Propiedades del hormigón endurecido.....	39
2.9.1 Densidad.....	39
2.9.2 Compacidad	39
2.9.3 Permeabilidad.....	39
2.9.4 Resistencia	39
2.9.5 Modulo de Elasticidad	41
2.9.6 Relacion Agua-Cemento	42
2.9.7 Compactación.....	42
2.9.8 Contenido de Cemento	42
CAPITULO III- MATERIALES Y METODOS	42
3.1 Tipos de agua	42
3.1.1 Recolección del agua Potable	43
3.1.2 Recolección de Agua Lluvia	43

3.1.3 Recolección de Agua Quebrada	44
3.1.4 Recolección de Agua Estancada	45
3.2 Agregados	46
3.3 Método Fuller -Thompson	47
3.4 Diseño de mezcla de hormigón.....	49
CAPÍTULO IV –RESULTADOS	54
4.1 Resultados de ensayos químicos de los tipos de agua	54
4.1.1 Coliformes totales y fecales	54
4.1.2 Nitritos y Nitratos.....	55
4.1.3 PH	56
4.1.4 Turbidez	56
4.1.5 Cloruros.....	57
4.1.6 Conductividad	57
4.1.7 DBO y DBO5	58
4.2 Resultados de los ensayos del laboratorio de la arena	59
4.3 Ensayos del laboratorio del Ripio.....	60
4.4 Elaboración de Probetas.....	61
4.6 Diseños de cilindros Patrón-Agua Potable.....	65
4.6.1 Resistencia 180 kg/cm ²	65
4.6.2 Resistencia 210 kg/cm ²	66
4.6.3 Resistencia 240 kg/cm ²	67
4.6.4 Resistencia 300kg/cm ²	68
CAPÍTULO V – ANALISIS COMPARATIVO	69
5.1 Comparación con Agua Lluvia	70
5.1.1 Tabla de Resultados	70
5.2 Comparación de Agua Estancada	72
5.2.1 Tabla de Resultados	72
5.3 Mezcla de Agua Quebrada	75
5.3.1 Tabla de Resultados	75
5.4 Gráficos comparativos	78
5.5 Esfuerzo vs Deformación.....	78
5.6 Modulo de elasticidad vs Tiempo	86
CAPÍTULO VI – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89

6.1 Conclusiones	89
6.2 Recomendación.....	90
6.3 Bibliografía	90
ANEXOS	92
Anexo 1. Ensayos.....	92
Anexo 2. Fotografías.....	96

Índice de Tablas

Tabla 1 Tabla de los valores que debe tener un agua potable	22
Tabla 2: Requisitos de gradación para áridos gruesos	36
Tabla 3: Tamaño de muestra para ensayo de ripio	37
Tabla 4: Asentamientos para diferentes consistencias de hormigón	50
Tabla 5: Valores aproximados de agua dependiendo del asentamiento o tamaño de agregados.	51
Tabla 6: Contenido de aire atrapado	51
Tabla 7 Resultados de coliformes totales y fecales.....	55
Tabla 8 Resultados de nitratos y nitritos	56
Tabla 9 Resultados de PH de los diferentes tipos de agua	56
Tabla 10 Resultado de Turbidez de las diferentes aguas	57
Tabla 11 Resultados de cloruros	57
Tabla 12 Resultado de conductividad	58
Tabla 13 Resultados de DBO-DB05	58
Tabla 14: Valores de las características de la arena.....	59
Tabla 15: Límite superior e inferior para gradación en arena.....	59
Tabla 16: Valores obtenidos para granulometría	60
Tabla 17: Valores de las características del Ripio	60
Tabla 18 Datos después del tamizar ripio	61
Tabla 19 Dosificación al peso y volumen de 180 kg/cm ²	65
Tabla 20 Resultados de ensayo del patrón	66
Tabla 21: Dosificación por peso y volumen de 210 kg/cm ²	66
Tabla 22 Resultados de ensayo a compresión 210 kg/cm ²	67
Tabla 23: Dosificación por peso y por volumen de 240 kg/cm ²	67
Tabla 24 Resultados de ensayo de compresión.....	68
Tabla 25 Dosificación por volumen y peso 300 kg/cm ²	69
Tabla 26 Resultados de ensayo de compresión.....	69
Tabla 27 Resultados de ensayo a compresión de cada una de las resistencias con agua lluvia	70
Tabla 28: Resultados de ensayo a compresión de cada una de las resistencias con agua estancada	73

Tabla 29 Resultados de ensayo a compresión de cada una de las resistencias con agua quebrada	76
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Índice de Gráficos

Gráfica 1: Curva granulométrica de la arena.....	60
Gráfica 2: Curva Granulométrica del Ripio.....	61
Gráfica 3 Curva de Resistencia vs Tiempo para dosificación 180 kg/cm ²	66
Gráfica 4 Curva de resistencia vs tiempo para dosificación 210 kg/cm ²	67
Gráfica 5: Curva Resistencia vs Tiempo para dosificación 240.....	68
Gráfica 6: Curva de Resistencia vs Tiempo para para dosificación 300 kg/cm ²	69
Gráfica 7: Comparación de resistencias con agua lluvia de 180kg/cm ²	71
Gráfica 8 Comparación de resistencias con agua lluvia de 210kg/cm ²	71
Gráfica 9 Comparación de resistencias con agua lluvia de 240kg/cm ²	72
Gráfica 10 Comparación de resistencias con agua lluvia de 240kg/cm ²	72
Gráfica 11: Comparación de resistencias con agua Estancada de 180kg/cm ²	73
Gráfica 12: Comparación de resistencias con agua Estancada de 210kg/cm ²	74
Gráfica 13 Comparación de resistencias con agua Estancada de 240kg/cm ²	74
Gráfica 14: Comparación de resistencias con agua Estancada de 300kg/cm ²	75
Gráfica 15: Comparación de resistencias con agua quebrada de 180kg/cm ²	76
Gráfica 16 Comparación de resistencias con agua quebrada de 210kg/cm ²	77
Gráfica 17: Comparación de resistencias con agua quebrada de 240kg/cm ²	77
Gráfica 18 Comparación de resistencias con agua quebrada de 300kg/cm ²	78
Gráfica 19: 180kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Potable.....	79
Gráfica 20 210kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Potable.	79
Gráfica 21 240kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Potable	80
Gráfica 22 300kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Potable	80
Gráfica 23 180kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Lluvia.....	81
Gráfica 24 210kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Lluvia.....	81
Gráfica 25 240kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Lluvia.....	82
Gráfica 26 300kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Lluvia.....	82
Gráfica 27 180kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Estancada	83
Gráfica 28 210kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Estancada	83
Gráfica 29 240kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Estancada	84
Gráfica 30 300kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Estancada	84
Gráfica 31 180kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Quebrada.....	85
Gráfica 32 210kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Quebrada.....	85
Gráfica 33 240kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Quebrada.....	86
Gráfica 34 300kg/cm ² Esfuerzo vs Deformación del Agua Quebrada.....	86
Gráfica 39 Modulo de Elasticidad -180 kg/cm ²	87
Gráfica 40 Modulo de Elasticidad -210 kg/cm ²	87
Gráfica 41 Modulo de Elasticidad -240 kg/cm ²	88
Gráfica 42 Modulo de Elasticidad -300 kg/cm ²	88

Índice de Ilustración

Ilustración 1: Ensayos físicos -químicos del agua	24
Ilustración 2: Preparación de la muestra	28
Ilustración 3: Bandeja de arena para el horno	29
Ilustración 4: Ensayo de S.S.S	30
Ilustración 5: Picnómetro con muestra de arena.....	30
Ilustración 6: Muestra saturada	32
Ilustración 7: Ensayo de peso específico.....	33
Ilustración 8: Tamizadora.....	35
Ilustración 9: Ensayo a compresión	41
Ilustración 10: Ubicación del laboratorio de Suelos (Universidad Católica de Cuenca)	43
Ilustración 11 Captación de agua Lluvia	44
Ilustración 12: Ubicación del Rio Machángara.....	45
Ilustración 13: Recolección de Agua de Rio	45
Ilustración 14: Fuente de agua estancada	46
Ilustración 15: Materiales agregados para la mezcla de hormigón	46
Ilustración 16: Curvas de Fuller para diferentes tamaños máximos	47
Ilustración 17: Grafica del método de tanteos Fuller	48
Ilustración 18: Valores de $f'c$ cuando se desconoce la desviación estándar σ	50
Ilustración 19: Relacion entre $f'cr$ y a/c	52
Ilustración 20 Grafica de Fuller y Granulometría	53
Ilustración 21: Elaboración de hormigón	62
Ilustración 22: Ensayo del cono de Abrams	63
Ilustración 23: Medición de Asentamiento	63
Ilustración 24 Probetas de Hormigón	64
Ilustración 25 Desencofrado.....	65
Ilustración 26 Curado del Hormigón.....	65

CAPÍTULO I

1.1 Introducción

La ingeniería civil y específicamente en la industria de la construcción, el hormigón juega un papel muy importante por su gran cantidad de usos que se le viene dando, debido a las bondades que presenta este material como son la resistencia, trabajabilidad y durabilidad, siendo el agua uno de sus componentes es el más importante en la elaboración del hormigón, por ser utilizada antes, durante y después de elaborado el mismo, tanto, en la preparación y lavado de los materiales, durante su elaboración y después en el curado de los elementos fabricados. (Verenice et al., 2013).

En la elaboración del hormigón para obtener una resistencia deseada de acuerdo a lo que se va necesitar cada uno de los materiales deben cumplir ciertas propiedades que se encuentran establecidos en la norma de las cuales deben regirse. (Verenice et al., 2013).

La calidad del agua es un factor importante al momento de realizar hormigón, puesto que, al estar contaminadas, pueden contener sustancias dañinas que impidan obtener las resistencias requeridas en los diseños, colaborando con el deterioro prematuro del mismo, disminuyendo así la vida útil de las edificaciones si no se toman las debidas precauciones. (Verenice et al., 2013).

La presencia de impurezas en el agua puede producir modificaciones del tiempo de fraguado, reducir la resistencia, así como manchas en el hormigón. Obteniéndose resultados no deseables, de ahí la importancia de estudiar el efecto que tiene que ver con la calidad de agua de amasado en la elaboración de hormigones para usos ingenieriles, a través de la determinación de los parámetros físicos-químicos como: la turbiedad, color ,pH y alcalinidad del agua, y pruebas de resistencia de probetas de hormigón para el análisis y determinación si

es viable o no el uso de determinado tipo de agua en la elaboración de hormigones para obras ingenieriles que convengan su utilización. (Verenice et al., 2013).

El agua de mala calidad o dañina no solo puede afectar la calidad del hormigón, sino también acelerar el proceso de corrosión del acero en el caso de hormigones armados o exigir el uso de aditivos para contrarrestar este efecto.

1.2 Formulación Del Problema

Siendo el agua uno de los componentes fundamentales para la fabricación de hormigones, y su función principal la de producir una hidratación correcta, así como de servir de lubricante para conseguir una mezcla moldeable a las necesidades de los constructores. Urge la necesidad de definir que la misma sea apta para la elaboración de hormigones con fines constructivos. Tomándose en cuenta el aspecto cualitativo que define la calidad y cuantitativo en referencia a la cantidad de impurezas aceptables en el contenido de la misma para la elaboración de los hormigones.

Por la importancia que tiene el agua en la elaboración de los hormigones, aunque la relación agua cemento a/c este bien concebida, el desconocimiento de sus parámetros físico químicos, su procedencia y calidad del agua de amasado, puede resultar dañina durante la hidratación alterando los tiempos de fraguado, resistencia, y adherencia con el resto de componentes del mismo.

Por la variedad de condiciones en las que se ejecutan la mayoría de obras, en las que en gran número no se cuenta con fuentes de agua potable, con la utilización de aguas residuales, lluvia, de quebradas u otras, se corre el riesgo de que las mismas contengan sustancias que no ayudan al mejoramiento de la calidad del hormigón como materias orgánicas, aceites, ácidos u otras sustancias alcalinas.

El uso de aguas de mala calidad o dañinas en el amasado, no solo puede afectar la calidad del hormigón, sino también acelerar el proceso de corrosión del acero en el caso de hormigones armados o exigir el uso de aditivos para contrarrestar este efecto.

De ahí la importancia de realizar un análisis de la influencia de la calidad del agua en la elaboración de hormigones, cuyos resultados obtenidos coadyuvaran a minimizar el cometimiento de errores a profesionales y constructores, por falta de conocimiento de este tema.

Es por esto que la presente investigación tiene como propósito analizar el grado de influencia que tiene la calidad del agua en la elaboración del hormigón, para ellos se utilizarán diferentes tipos de aguas de quebrada, lluvias, y aguas guardadas de dos días con el diseño correspondiente a la dosificación del hormigón

1.3 Delimitación Del Problema

De acuerdo al problema planteado, el análisis de la influencia de la calidad del agua en la elaboración de hormigones, juega un papel importantísimo, por cuanto dicha información permitirá a los estudiantes a comparar los resultados obtenidos, evitando así problemas futuros en las edificaciones en general que se construyen con este material.

Para ello se realizará el diseño de las mezclas necesarias de hormigón, con cuyas dosificaciones se fabricarán probetas cilíndricas de hormigón, con los diferentes tipos de aguas, como son, el agua lluvia, agua de tanque de dos días y agua de quebrada, para someterlas a ensayos de resistencia a la compresión, cuyos resultados serán tabulados para su posterior análisis y determinación de conclusiones y recomendaciones de la presente investigación

Los resultados obtenidos de este estudio, coadyuvará a profesionales y constructores de obras civiles en general, a tomar las mejores decisiones respecto a la calidad de agua a

utilizar en la elaboración de sus hormigones y así minorizar la aparición de secuelas en el futuro de las edificaciones, lo que repercutirá en la vida útil de las obras y en una economía en razón de un mantenimiento prematuro de las mismas.

1.4. Justificación

El crecimiento acelerado de la población a nivel mundial, exige soluciones como obras de infraestructura vial, turísticas y demás indoles, la falta de espacios urbanos que conllevan a la expansión vertical mediante la construcción de los grandes edificios, permite que exista una sobre demanda de obras las cuales en su mayoría se emplea el hormigón como material principal.

Dada esta razón, con el presente trabajo de titulación, se procura obtener a través de los resultados, la suficiente información para quienes se dedique a la industria de la construcción, así como profesionales técnicos y estudiantes, tomen las mejores decisiones respecto al uso del tipo de agua a emplear en la elaboración de hormigones. Ya sea con fines constructivos o didácticos. El mejoramiento en la calidad de los hormigones resulta de suma importancia en el desarrollo de la industria de la construcción por su amplio desarrollo a nivel mundial

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Realizar un análisis de la influencia de la calidad del agua en la elaboración de hormigones, a través de la prueba de probetas cilíndricas de hormigón sometidas a ensayos de compresión en laboratorio con mezclas que se realizaran con el empleo de diferentes tipos de aguas como son, el agua lluvia, agua de tanque de dos días, y agua de quebrada

1.5.2 Objetivos Específicos

- Conocer los efectos que produce la calidad de agua en las propiedades del hormigón endurecido.
- Análisis de la variación que existe en la resistencia a la compresión, de las diferentes muestras de hormigón elaboradas con los distintos tipos de aguas.
- Realizar cilindros y ensayos de resistencia a la compresión a los 7,14,28 días para cada una de las resistencias de 180, 210,240,300 kg/cm²
- Analizar relación que existe entre la calidad de agua y la resistencia del hormigón

1.6 Estado del Arte.

Uno de los factores las cuales se realizan las siguientes investigaciones es por la escasez que existe en cuanto al recurso hídricos, para encontrar un reemplazo que permita obtener resultados satisfactorios para las diferentes mezclas de Hormigones.

La resistencia alcanzada por el concreto confeccionado con agua lluvia fue aproximadamente el 95% de la resistencia que se logra con el concreto fabricado con agua potable a la edad de 7 y 14 días, sin embargo, para el día 28 la tendencia disminuye, logrando sólo el 91% de la resistencia esperada. (Gaviria, 2021).

La confección de una mezcla para mortero utilizando agua lluvia no contribuyó a cambios significativos en su resistencia a la compresión y parámetros físicos, estadísticamente hablando observamos que la diferencia entre sus resultados a los días de falla analizados no supera el 5%, con respecto al control positivo (agua potable), por lo que puede ser empleada sin problema alguno en la elaboración de morteros hidráulicos. (López, 2018).

Por otro lado, hablando de las distintas combinaciones, que el agua del río Magdalena aun en pocas concentraciones y combinada con agua potable en mayor proporción, no es beneficiosa para alcanzar la resistencia deseada en la mezcla de concreto como se mostró en las pruebas de

resistencia a la compresión realizadas a los cilindros realizados con cada una de las combinaciones entre agua de río y agua potable, por lo que se descarta la utilización de agua de río combinada con agua potable en obras de ingeniería. (Suarez & Torres, 2016).

El empleo de agua lluvia como fuente alternativa de recurso hídrico, es una tecnología ambientalmente sostenible al disminuir los impactos ambientales por la demanda de agua y degradación de los ecosistemas aledaños al Área Metropolitana del Valle de Aburrá. La apariencia de los concretos confeccionados con aguas lluvia es idéntica a los elaborados con el concreto convencional, lo que valida la utilización de ambos en la elaboración de todo tipo de elementos de construcción. (Medina Restrepo, 2013).

CAPITULO II - MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades

Se debe realizar un estudio exhaustivo de cada material para que la mezcla de hormigón sea la adecuada para lo que se necesite, así como características generales de los agregados ya que está conformado en su gran mayoría de los mismos.

2.2 Cemento

Con los años el cemento siempre está en constante evolución por eso existen diferentes tipos de cemento cada uno abarcando las necesidades de cada obra por eso se debe escoger el adecuado. Se conforma por una mezcla de arcillas, y más materiales lo cual se los calcina y forma el Clinker y con la ayuda del yeso se forma el cemento. Al entrar en contacto con el agua y se endurece por un proceso de hidratación lo cual hace que tenga resistencia. En la construcción no debe existir errores del mismo ya que estaría en peligro lo cual produciría daños mortales. (INKA, s.f.).

El cemento debe cumplir con los requisitos y algunas especificaciones porque se producen de diferentes tipos de acuerdo a las necesidades, el más común es el Tipo GU que se lo utiliza para la construcción en general. Se lo utiliza cuando no se requiera el uso de dos o más tipos especiales. (INEN 1855, 2016)

2.3 Agua

2.3.1 Agua de mezclado

El agua de mezclado es la cantidad de agua por volumen unitario de concreto, lo cual sirve para que se genere una pasta eficiente y con fluidez. El agua debe diferenciarse entre agua de hidratación la cual no se evapora y agua evaporable. (Sánchez de Guzman, 2001).

Se necesita que la calidad de agua de mezclado para el concreto debe cumplir unas características físico-químicas y sus efectos en el comportamiento y propiedades del mismo. Se recomienda que el agua para la mezcla de concreto o mortero sea potable y que no tenga un sabor pronunciado, para garantizar así el comportamiento adecuado de la estructura. Sin embargo, aun dentro del agua potable se pueden encontrar disueltas altas concentraciones de sales, cítricos o azúcares entre otros, que pueden ser perjudiciales para el concreto.

Refiriéndose a las características fisicoquímicas del agua para concreto, no parece haber consenso general en cuanto a las limitaciones que deben imponerse a las sustancias e impurezas cuya presencia es relativamente frecuente, como puede ser el caso de algunas sales inorgánicas (cloruros, sulfatos), sólidos en suspensión, materia orgánica, dióxido de carbono disuelto, etc. Sin embargo, en lo que sí parece haber acuerdo es en que no debe tolerarse la presencia de sustancias que son francamente dañinas, como son grasas,

aceites, azúcares y ácidos, por ejemplo. La presencia de algunas de estas sustancias, que por lo demás no es común, debe tomarse como un síntoma de contaminación que requiere eliminarse antes de considerar la posibilidad de emplear el agua. (Carrasco, n.d.).

El exceso de impurezas en el agua de mezclado puede causar, además, manchas o corrosión en el acero de refuerzo, por lo que se limitan los compuestos tales como cloruros, sulfatos, solidos dentro del agua del mezclado.(Carrasco, n.d.).

Se supone que el agua prevista será el potable, se suele suponer que se encuentra en las mejores condiciones físico-químicas estos no deben tener ningún saborizante, por eso si es clara y no es dulce es útil para el agua de mezclado, así como el curado. (Carrasco, n.d.).

La cantidad de agua necesaria para su trabajabilidad, siempre es mayor a la cantidad necesaria para su hidratación en porcentaje es un 22-25% aproximadamente. Ya que la calidad y cantidad de impurezas aceptables para la elaboración del hormigón, a pesar de que existe agua de las cuales no son aceptables para el consumo humano podrían ser satisfactorias para la fabricación de hormigones. (Carrasco, n.d.)

Las funciones que cumple con el agua son:

- Hidratarlo
- Lubricar la mezcla para mejorar su trabajabilidad
- Crea que la estructura de vacíos sea la adecuadas para que se desarrolle para su hidratación

El agua de hidratación es aquella parte del agua original de mezclado que reacciona químicamente con el cemento para pasar a formar parte de la fase sólida del gel. Es

también llamada no evaporable porque en una porción de pasta hidratada se conserva.(Sánchez de Guzman, 2001).

2.3.2 Agua de Evaporable

El agua restante que existe en la pasta es agua que puede evaporarse a 0% de humedad relativa del ambiente y 110°C de temperatura. Pero no se encuentra libre en su totalidad.(Dayana & Luis, 2018)

2.3.3 Agua de curado

El agua de curado no puede tener sustancias agresivas que pueden afectar al hormigón endurecido los cuales no pueden contener cloruros, siempre y cuando con una temperatura adecuada para evitar fisuras en el hormigón.(Dayana & Luis, 2018)

2.3.4 Agua Potable

El aquella la cual puede ser consumido por los seres humanos que no cuente con ninguna sustancia que afecte directamente a la salud por ejemplo que tengan microorganismos. (Gaviria, 2021)

2.3.5 Agua Lluvia

Proviene de las nubes que se forman en el cielo debidos a los cambios de presión atmosféricas, en la temperatura del ambiente. Es considerada más acida ya que su valor de pH rodea las 5 o 6 unidades, así como también la conductividad. (Gaviria, 2021)

2.3.6 Agua Quebrada

Son cuerpos de agua que tienen corrientes, porque fluyen de una sola dirección con velocidades que varían entre 0.1 y 1 m/s el flujo de los mismo se puede cambiar dependiendo del clima y el área en el cual se encuentra ubicado. (Cuaspu, 2017)

2.3.7 Agua Estancada

El agua estancada es la cual permanece dentro de las conducciones, no cambia durante más de 4 horas, son condiciones que sería perfectas para las bacterias. Cuando existe un estancamiento se crea una capa viscosa que ofrece vida ideal a las bacterias y gérmenes del agua. Si el estancamiento es más de 4 hora o sea un periodo largo al obtener una muestra de la misma se pueden desprender, pero existe un riesgo para la salud del usuario. Se produce acumulación de suciedad, residuos, algas y contaminación, puede llegar también acelerar la erosión al tener materia orgánica contiene más humedad llegando a provocar daño a hormigón. (Asphalt Roofing, n.d.)

2.4 Ensayos químicos de los tipos de agua

Se debe realizar los ensayos del agua para determinar su características físicas-químicas de modo que se pueda definir que el agua utilizada en el hormigón cumpla con el objetivo de ser utilizada sin que pueda influir en mayor cantidad en su resistencia, por lo cual el análisis del agua es realizado por distintos procesos, valorando sus características físicas, químicas o microbiológicas, las cuales son necesarias para determinar su influencia en el hormigón.

VALORES NORMALES			
PH	CONDUCTIVIDAD D $\mu\text{S}/\text{cm}$	TURBIDEZ NTU	DUREZA CaC3
6.5 < pH < 9.0	< 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	5 NTU	< 300
NITRATOS mg/L N-NO3	NITRITOS mg/L N-NO2	Coliformes Fecales	DBO 5 mg/l
50,0 NO3 mg/l	0,2 NO2 mg/l	1000 nmp/100 ml	< 2 mg/l
DBO mg/L	CLORUROS ml		
0 A 20 mg/l	< 50		

Tabla 1 Tabla de los valores que debe tener un agua potable

2.4.1 Coliformes totales y fecales

Esta valoración es realizada para determinar la presencia de bacterias que indican contaminación fecal en agua, en el cual se realizó mediante la técnica de tubos de fermentación múltiple, expresada microbiológicamente en número más probable (NMP). El proceso que consta de tres tubos de ensayo para cada disolución, el cual se realizara para los 4 tipos de agua, en este caso agua de quebrada, agua potable, agua estancada y agua lluvia donde se realizó la disolución de 1/10, 1/100 y 1/1000, en el cual se utilizó 5 tubos de ensayo para cada disolución, por lo tanto son 15 tubos de ensayo que sería lo referente a 1 muestra, es decir un tipo de agua, en este caso realizamos 4 muestras, en el cual cada disolución está proporcionándonos un valor aproximado de la presencia de microorganismos presentes en el agua, donde el resultado de las muestras que son positivas sea menor, la probabilidad de presentar una muestra inoculada es más baja. La muestra se mezcla con caldo bilis verde brillante, se debe agitar de forma que se pueda homogeneizar, luego procedemos a incubar a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ y obtenemos resultados a las 24 ± 2 horas de forma que si presentar gran variedad de negativos estos seguirán incubados 48 ± 3 horas para obtener resultados; en caso de la presencia de turbiedad y gas en las muestras, es positivo la presencia de Coliformes totales. (INEN 1205, 2013).



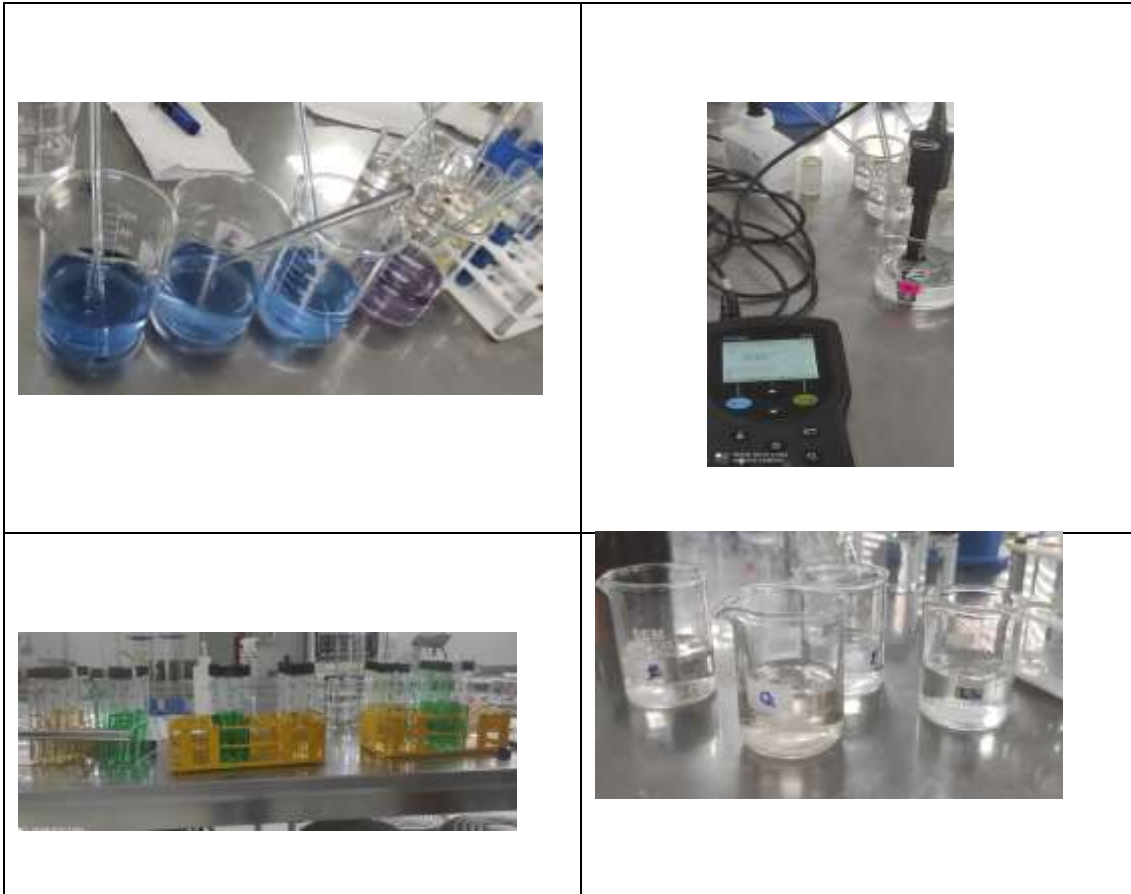


Ilustración 1: Ensayos físicos -químicos del agua

2.4.2 Nitritos y Nitratos

La presencia de nitritos y nitratos en el agua requieren mantenerse en un determinado nivel dado que es un factor importante con respecto a la calidad del agua, en caso de que el agua no se encuentra infectada el nivel de nitratos que debería presentar debe ser menor a 4 ppm que sería lo mismo en mg/l, en caso de que el nivel de nitratos es mayor a los 40 ppm el agua estaría contaminada por lo tanto no se podría ni siquiera consumir. El agua es un factor de gran importancia durante la mezcla del hormigón debido a que es la que termina el fraguado y procede a endurecer la mezcla marcando una resistencia en el hormigón. (Velezmora, 2013)

2.4.3 PH

El agua puede presentar acidez o alcalinidad debido al estado en el que se encuentre, por lo que su estado se mide por medio del pH, que presenta una escala de 0 a 14 en el cual la medida de 0 a 7 la disolución es ácida y la medida de 7 a 14 el estado del agua es ácida, por lo que en el agua se debe presentar un nivel de pH de 7 que en este caso es neutro lo cual nos da a conocer que el agua se encuentra en un buen estado. Primeramente, se toma una muestra de cada tipo de agua en un vaso de precipitados en el cual colocamos el medidor de pH en tiras el cual de acuerdo a la tonalidad nos mostrará la acidez o alcalinidad del agua o si es de ser el caso neutro. (Bonzel, 1964)

2.4.4 Turbidez

La presencia de la turbidez de da cuando el agua no presenta la transparencia que debería, por lo cual, cuando existe una mayor turbidez en el agua, es decir presenta otra tonalidad se debe a la, presencia de partículas inertes que se encuentran en suspensión, así como también materia orgánica, lo que hace que el agua sea contaminada y no consumible, mientras el agua se encuentre más contaminada, existe un mayor valor de turbidez. Para poder determinar el valor de turbidez del agua, esta es expresada en Unidades Nefelométricas de turbidez (NTU), el cual el valor normal en el agua potable no debe superar los 5 NTU. (COBCM, 2015)

Para realizar el análisis del agua tomamos en cuatro recipientes el agua correspondiente de cada una, y procede a medir la turbidez por medio de un nefelómetro el cual presenta un detector de luz y filtro que ayuda a medir la dispersión de luz a través del agua, así mismo examinar las NTU.

2.4.4 Cloruros

El método para analizar es mediante un electrodo específico colocando nitrato de plata en una concentración de 0.05 N usando en cromato de potasio como indicadores. Los cloruros en el hormigón pueden causar daños al material y reducir su durabilidad. Los cloruros pueden ingresar al hormigón a través de varios medios, como el agua de mar, la sal utilizada para el control de la nieve en las carreteras y los productos químicos utilizados en la limpieza y desinfección. (Romo, 2001).

El ion de cloruro se puede encontrar en diferentes aguas que pueden ser naturales y residuales en concentración de ppm hasta varios gramos por litro, se puede presenciar en el agua lluvia ya que se encuentran ahí, la composición química del agua es detectable en una concentración de 250 ppm de NaCl. La máxima concentración que se puede permitir de los cloruros en el agua potable es de 250 ppm, este se lo utiliza más por cuestiones de sabor. (Romo, 2001).

2.4.4 Conductividad

La conductividad del agua se mide para evaluar la concentración de iones disueltos que se encuentran en total, en el caso del agua potable presentan una conductividad de 50-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y pueden incluso llegar hasta 1000-1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en donde su unidad de medida se expresa en resistencia/unidad de longitud, de acuerdo a los resultados presentados por cada tipo de agua. (Bonzel, 1964).

2.4.5 DBO y DBO5

Procedemos en analizar el agua el DBO que viene siendo la Demanda Bioquímica de Oxígeno, es un método que consiste en medir la cantidad de oxígeno que es absorbida por los microorganismos al multiplicarse en el agua, este proceso es utilizado para poder medir el nivel de contaminación que presenta el agua, mientras presente el agua un

mayor grado de contaminación, mayor es el DBO, por tanto, el oxígeno es menor. Por lo tanto, el nivel de agua se encuentra determinado por, el agua pura va desde 0 a 20 mg/l, en caso de que el agua se encuentre levemente contaminada esta hasta los 100 mg/l, el agua moderadamente contaminada se encuentra en un nivel desde los 100 hasta los 500 mg/l, el agua muy contaminada va hasta los 3000 mg/l y en el caso que se encuentra extremadamente contaminada de los 3000 mg/l en adelante. (Bonzel, 1964)

El DBO5 es un parámetro utilizado para el control de la calidad del agua midiendo así la cantidad de materia orgánica en el agua, este proceso se realiza mediante la incubación de las cuatro muestras de agua a una temperatura de 20 °C lo cual se denomina DBO5, Durante este proceso los microorganismos que se encuentran en el agua metabolizan en un 80% de la DBO total.

2.4 Agregados

Son materiales granulares, naturales o artificiales es son necesarios para las mezclas de hormigón, siendo así materiales pétreos que conforman un 60% a 75% en volumen del hormigón. (Sánchez de Guzman, 2001). Los agregados cuentan con características que son necesarias para que el mismo como:

- Estas resisten a la abrasión y las variaciones climáticas a las que estará expuesto el hormigón.
- Resisten los cambios de volumen, estos son causados por el proceso de fraguado y endurecimiento lo cual evita los agrietamientos.
- Al tener resistencia propia contribuye con la resistencia mecánica, así como durabilidad

2.4.1 Agregados finos

El agregado fino contiene la mayor parte de porcentaje en peso del hormigón ya que es el 60% o más, su tamaño es desde los 0.0074 mm hasta 4.76 mm con un análisis granulométrico no deben tener más de un 45% de pasante de cualquier tamiz, al igual que su módulo de finura debe estar entre 2.5 a 3.5 y deberán quedar retenidas en tamiz No 200. (Daniel & Matute, 2015).

2.4.2 Ensayo del laboratorio de la Arena

Se explicará cada uno de los ensayos que se realizaron en el agregado fino para tener una buena dosificación del hormigón

2.4.3 Peso específico y absorción de la arena

Los ensayos se realizaron basándose en la Norma Ecuatoriana para obtener el respectivo peso específico y absorción. (NTE INEN 856, 2010)

- Para la preparación de la muestra, se va eliminar todos los residuos de polvo, o materia orgánica que pueda tener, se deja la muestra sumergida durante 24 horas.



Ilustración 2: Preparación de la muestra

- **Condición S.S.S (Superficie Saturado Seco):** De la muestra que se encontraba saturada anteriormente, se toma aproximadamente 1000 gr escurriendo el agua, se lo coloca en una bandeja y se lo lleva el horno para que nos ayude con el secado sea más rápido si no en temperatura ambiente también se lo puede realizar.



Ilustración 3: Bandeja de arena para el horno

- Para poder saber si se alcanzo la SSS (Superficie saturada seca) se coloca de forma suelta en un molde tipo cono, compactandola con la ayuda de un pequeño pistillo, al momento de llenarlo se realiza 25 golpes se deja caer el pistillo desde una altura mayor a 4 cm.
- Una vez colocado el materia en el cono se enrasa y se quita el material sobrante del exterior, si al momento que se retira el model y este se desmorona si alcanzo la condicion s.s.s, si no hace esto se debe introducir otra vez al horno, si no repetir el proceso.



Ilustración 4: Ensayo de S.S.S

Fuente 1 :Ensayo Laboratorio de suelos UCACUE

- **Determinación de valores:** Primeramente, se va a pesar cierta cantidad en la condición que tenemos S.S.S. al mismo se coloca en un picnómetro con el área tratando que no exista aire esto se lo realiza quitando las burbujas existentes.



Ilustración 5: Picnómetro con muestra de arena

Fuente 2: Ensayo Laboratorio de suelos UCACUE

- Una vez que hemos tenido y retirado el aire se limpia con una franela todo el exceso de agua.

- Se pesa el picnómetro con la muestra de arena y agua, siendo pesado anteriormente el picnómetro lleno de agua solamente, luego se vierte el contenido en un recipiente y se lo seca durante 24 horas
- Obteniendo el peso seco de la arena. Se realizara diferentes cálculos para sacar el peso específico, así como la absorción

$$\mathbf{PESO\ ESPECIFICO\ SECO} = \frac{D}{A - (B - C)} \quad (1)$$

$$\mathbf{P.E.\ SATURADO\ SUPERFICIALMENTE\ SECO} = \frac{A}{A - (B - C)} \quad (2)$$

$$\mathbf{PESO\ ESPECIFICO\ APARENTE} = \frac{D}{D - (B - C)} \quad (3)$$

$$\% \mathbf{DE\ ABSORCION} = \frac{100(A - D)}{D} \quad (4)$$

- Donde,

A= Peso del material superficialmente seco y saturado, en gr

B= Peso del Picnómetro + Agua + Muestra, en gr.

C= Peso de Picnómetro + Agua, en gr

D= Peso del Material Seco, en gr.

2.4.4 Agregados gruesos

La árida gruesa natural para la fabricación de un hormigón puede ser grava, grava triturada, piedra triturada su tamaño es de 4.76 mm hasta 51 mm por tanto las partículas

del agregado grueso deben ser duras, no debe contener polvo y deberán quedar retenidas en el tamiz No. 4.

2.4.5 Ensayo del laboratorio del Ripio

Se explicará cuales fueron los ensayos que se realizó para el agregado grueso ya que deben cumplir cada una de las propiedades.

2.4.6 Peso específico y absorción del ripio

Como se conoce la relación entre el peso y volumen es para obtener el peso específico, para esto se regirá a las normas. (NTE INEN 857, 2010)

Muestra:

- Primeramente, se va eliminar finos que se encuentren en cada uno de las gravas, estas se sumergen 24 horas para que tengamos la saturación del mismo.



Ilustración 6: Muestra saturada

- Se van a tomar de muestra de alrededor de 25 a 30 gravas que se encuentran saturadas se las secan superficialmente para que logremos la condición S.S.S y hacerlo de forma rápida para no se seque mucho.
- Se pesa la muestra en condición S.S.S

- Debemos tener el peso de picnómetro solo de agua
- Y se pesa el picnómetro lleno de agua incluida la muestra y también evitando que existan burbujas ya que afectaría al peso.



Ilustración 7: Ensayo de peso específico

Fuente 3: Laboratorio de Suelos UCACUE

- En un recipiente se coloca una muestra y se la seca durante 24 horas esto se lo puede hacer mediante el horno y después se tomará el peso.

Para el cálculo del peso específico se lo hacer realiza con las siguientes formulas:

$$\mathbf{PESO\ ESPECIFICO\ SECO} = \frac{D}{A - (B - C)} \quad (5)$$

$$\mathbf{P.E.SATURADO\ SUPERFICIALENTE\ SECO} = \frac{A}{A - (B - C)} \quad (6)$$

$$\mathbf{PESO\ ESPECIFICO\ APARENTE} = \frac{D}{D - (B - C)} \quad (7)$$

$$\% \text{ DE ABSORCION} = \frac{100(A - D)}{D} \quad (8)$$

Donde,

A= Peso del material superficialmente seco y saturado, en gr

B= Peso del Picnómetro + Agua + Muestra Ripio, en gr.

C= Peso de Picnómetro + Agua, en gr

D= Peso del Material Seco, en gr.

2.5 Granulometría

Esto se refiere a la diferencia de tamaños que existen en las partículas que conforma la masa de un árido grueso o fino, por tanto, es necesario el uso de tamices normalizados de malla de alambre con abertura cuadrada para que su distribución sea equitativa a este proceso se llama análisis granulométrico es fundamental ya que con este análisis se manejan varios criterios de aceptación para la mezcla de hormigón. (Daniel & Matute, 2015).

2.5.1 Granulometría de la arena

La granulometría sirve para determinar la gradación de las diferentes partículas, se sigue el método de acuerdo a las normas. (NTE INEN 697, 2010).

Se realiza el siguiente procedimiento:

- Se coloca en una bandeja cierta cantidad de material y se pone secar a una temperatura de 110 °C, para que la humedad sea casi mínima.
- Se pesa un kilogramo de muestra.

- Para eso anteriormente se coloca los tamices de No.4,8,16,30,50,100, para poder colocar el material correspondiente esto se lo lleva a la maquina tamizadora.



Ilustración 8: Tamizadora

Fuente 4: Laboratorio de suelos UCACUE

- Se coloca en la maquina tamizadora solamente por 1 minutos ya que no debe pasar más de 1% en el material retenido de cualquier tamiz. (NTE INEN 697, 2010)
- Una vez pasado el minuto se pesa cada uno de los tamices para saber el material retenidos en los mismos.
- Con la ayuda de los pesos del material se puede llegar a calcular el módulo de finura con la expresión siguiente:

$$MF = \frac{\Sigma\% \text{ Retenidos acumulados en los tamices modulo finura}}{100} \quad (9)$$

2.5.2 Granulometría del Ripio

El método de granulometría se seguirá de acuerdo en las normas. (NTE INEN 696, 2011) Esto nos sirve para saber el tamaño de agregado que es lo que se necesitar para el diseño.

- La muestra también se la tamizara en diferentes tamices lo cual nos permitirá saber cuál es nuestro tamaño máximo, esto lo seguimos de mediante la tabla 1 que se mostrara a continuación. (NTE INEN 872, 2011).

Tamaño nominal (Tamices con aberturas cuadradas) (mm)	Porcentaje acumulado en masa que debe pasar cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas)												
	100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm
de 90 a 37,5	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
de 63 a 37,5	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
de 50 a 25,0	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---
de 50 a 4,75	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	---
de 37,5 a 19,0	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---
de 37,5 a 4,75	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---
de 25,0 a 12,5	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---
de 25,0 a 9,5	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---
de 25,0 a 4,75	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---
de 19,0 a 9,5	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---
de 19,0 a 4,75	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---
de 12,5 a 4,75	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---
de 9,5 a 2,36	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
de 9,5 a 1,18	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
de 4,75 a 1,18	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

Tabla 2: Requisitos de gradación para áridos gruesos

Fuente 5: INEN 872 (NTE INEN 872, 2011)

- Se la coloca en la tamizadora en orden descendente, la cantidad de material que se va a decidir se expresara en la tabla 2, esto una vez que fue previamente cuarteado y secado, una vez terminado el tamizado se procede a pesas cada uno d ellos tamices para saber cuál es el material retenido en cada uno de ellos.

Tamaño nominal máximo, Aberturas cuadradas, en mm (pulgadas).	Tamaño de la muestra del ensayo Mínimo (kg)
9,5	1
12,5	2
19,0	5
25,0	10
37,5	15
50	20
63	35
75	60
90	100
100	150
125	300

Tabla 3: Tamaño de muestra para ensayo de ripio

Fuente 6: (NTE INEN 872, 2011)

- Para el módulo de finura se va utilizar los porcentajes de pesos retenidos acumulados los cuales son 3'', 1 ½'', ¾'', No. 4 se lo realizara mediante esta fórmula.

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{Retenidos acumulados en los tamices modulo de finura}}{100} \quad (10)$$

2.6 Porcentaje de vacíos

Se define como la medida del volumen de los espacios entre las partículas de una masa de agregado, el parámetro es expresado en porcentaje, esto se basa en como estén acomodadas cada una de las partículas.

2.7 Hormigón

Es una mezcla de cemento con agregado fino, grueso, aire y agua en las proporciones necesarias para obtener la resistencia que se desea, al mismo se le puede añadir un aditivo al ser necesario. (Raico Huatay, 2019)

2.7.1 Propiedades del hormigón

Las propiedades del hormigón se lo pueden definir de dos maneras cuando este se encuentre en esta fresco y endurecido, Esto se basa porque los diferentes materiales intervienen, pero individualmente ya que cuando es pasta esta se vuelve plástica y se puede permitir acomodar

los diferentes componentes hasta donde se lo ubique para su endurecimiento. Estos son estados se refieren a la colocación en obra y en uso

2.7.2 Propiedades del hormigón fresco

Es el producto que se obtiene después del amasado de cada uno de sus componentes, las cuales se produce una reacción química que al final tiene su material endurecido. El hormigón fresco es una masa heterogénea de fases sólidas, líquidas y gaseosas que se distribuyen equitativamente. (Ingeniería, 2007)

2.7.2.1 Trabajabilidad

Es la facilidad que presenta el hormigón fresco para ser mezclado, colocado y compactado su acabado sin segregación y exudación. En su capacidad de ser colocado en su lugar de destino. (Ingeniería, 2007)

2.7.2.2 Consistencia

Es la capacidad del hormigón fresco para deformarse esto depende de la humedad con la cual este la mezcla, dando a entender que mientras la mezcla sea más húmeda mayor su facilidad. Esto se lo puede medir mediante el descenso en el ensayo del cono de Abrams. (Ingeniería, 2007).

2.7.2.3 Peso Unitario

Es la relación que existe entre la masa del hormigón fresco y el volumen que el mismo ocupan, una vez varillado se utiliza para determinar el rendimiento de la mezcla. Para saber el contenido de los materiales por metro cubico y también el aire. Y así contar con una idea de la calidad del concreto y su compactación. (Ingeniería, 2007)

2.7.2.4 Tiempo Abierto

Es el tiempo que pasa entre el amasado del hormigón y cuando comienza a realizarse el fraguado. Al manipular el hormigón puede hacerlo durante este tiempo sin que afecten a las características. (Ingeniería, 2007).

2.9 Propiedades del hormigón endurecido

Se obtiene el hormigón endurecido desde que el final de fraguado. Este se compone del arido, la pasta de cemento esto ya incluye el agua para que cause la reaccion:

2.9.1 Densidad

Para lograr un hormigón bien compactado oscila entre 2300-2500 kg/m³, más ligeros dependiendo de si los áridos ligeros vienen desde 1000-1300 kg/m³ o algo más denso como 3000-3500 kg/m³. (Ingeniería, 2007).

2.9.2 Compacidad

Es la cualidad de tener la máxima densidad que los materiales utilizados, permitiendo que tenga protección para protegerlo de todo tipo de sustancias. (Ingeniería, 2007)

2.9.3 Permeabilidad

El factor más importante de esta propiedad es la relación que existe entre la cantidad de agua con el cemento (a/c). En cuanto a la relación mientras mayor sea esta expuestos a potenciales agresiones. (Ingeniería, 2007).

2.9.4 Resistencia

Se la conoce como el máximo esfuerzo que puede ser soportado, sin llegar a romperse, sabiendo que el hormigón está destinado a soportar todos los esfuerzos de compresión, la medida de la resistencia se lo conoce como un índice de calidad. Se mide en MPa (Mega pascales) para hormigones normales llegan hasta 50 MPa y para hormigones de

alta resistencia son de 100 MPa. La resistencia también puede ser a tracción es más pequeña, pero es igual más importante en determinadas aplicaciones. (Ingeniería, 2007)

Uno de los ensayos que se realizaron para determinar las resistencias fue a compresión ya que con este se puede determinar la calidad de hormigón y obtener los resultados del diseño para comprobar si es lo mismo después del ensayo, ya que es uno de los parámetros fundamentales para realizar una obra o diseño.

En ensayo se va a regir a la norma INEN 1 573 es uno de los ensayos destructivos ya que es aplicar cierta fuerza sobre el cilindro, esto se realiza con una prensa hidráulica, tratando que es que la velocidad sea constante hasta que el cilindro falle para que así podamos observar una curva de esfuerzo- deformación del hormigón. (NTE INEN 1 573, 2010). Se calcula de la siguiente:

$$F' C = \frac{P}{A} \quad (11)$$

Donde,

$F'c$ = Resistencia a la compresión de un cilindro kg/cm²

P = Carga maxima aplicada kg

A = Area de la seccion transversal en cm²



Ilustración 9: Ensayo a compresión

Se ensayaron alrededor de 72 cilindros para cada una de la resistencia y en los días de 7, 14, 28 cada uno de ellos arrojaron resultados variados ya que su dosificación es la misma pero el agua que se utilizó si varían en su mayoría. Como se sabe la calidad del hormigón varían dependiendo de los materiales que están elaborados.

Cuando el hormigón ya se encuentra endurecido, dependiendo al tiempo transcurrido depende de algunos factores, se explicarán a continuación.

2.9.5 Modulo de Elasticidad

El módulo de elasticidad es la relación que existe entre la fuerza y una deformación ya que tiene la curva esfuerzo-deformación. Para concreto normal se utilizó la fórmula de:

$$E_c = 1400\sqrt{f'_c} \frac{kg}{cm^2} \quad (12)$$

Se mostrarán las gráficas de módulo de elasticidad con respecto al tiempo se puede observar que al tratarse de que los f^c varían con respecto al agua, el módulo elasticidad igual o sea que Directamente proporcional a la resistencia los resultados obtenidos tienen su descenso en cuando a la resistencia patrón.

2.9.6 Relacion Agua-Cemento

Es uno de los factores que abarcan la cantidad neta del agua, así como la cantidad de cemento. La resistencia que posee el mismo en un tiempo determinada es inversamente proporcional a la relación a/c del hormigón. (Daniel & Matute, 2015)

2.9.7 Compactación

Es una propiedad que afecta directamente ya que si no se realiza la compactación se tendría aire atrapado en la mezcla lo cual reduce significativamente la resistencia del concreto. (Daniel & Matute, 2015)

2.9.8 Contenido de Cemento

Es la mezcla para elaborar el hormigón, si se incrementa el contenido de cemento también aumentará la resistencia del hormigón, se basa también en la relación agua-cemento, ya que si existe mayor cantidad de cemento la relación sería más baja y la resistencia será menor y tener consecuencias de agrietamientos. (Daniel & Matute, 2015)

CAPITULO III- MATERIALES Y METODOS

3.1 Tipos de agua

Para la realización de este estudio se utilizó los 3 tipos diferente de aguas los cuales fueron obtenidos de distintos lugares y se explicarán a continuación

3.1.1 Recolección del agua Potable

Para la captación del agua potable se utilizó el agua que llega directamente al Laboratorio de suelos de la Universidad Católica de Cuenca. Ubicado en Ricaurte



Ilustración 10: Ubicación del laboratorio de Suelos (Universidad Católica de Cuenca)

Fuente 7: Google Maps

3.1.2 Recolección de Agua Lluvia

El agua se consiguió colocando un bote en la parte de la terraza de mi casa para que el agua se obtengan directamente, así como también con el agua que cae directo del techo se captó aproximadamente 20 litros de agua para utilizar para cada uno de los ensayos, así como para los cilindros.



Ilustración 11 Captación de agua Lluvia

Fuente 8: Propia

3.1.3 Recolección de Agua Quebrada

La recolección del agua de quebrada se la obtuvo del Río Machángara este recorre a lo largo de la ciudad de Cuenca y es uno de los 4 ríos que cruzan la ciudad. Empieza el Parque Nacional Cajas y en paramos de provincia rurales Checa y Chiquintad pasando por el norte de la ciudad. La muestra se la obtuvo directamente en una caneca para llevarla al laboratorio y realizar el ensayo correspondiente.



Ilustración 12: Ubicación del Rio Machángara



Ilustración 13: Recolección de Agua de Rio

3.1.4 Recolección de Agua Estancada

La recolección del agua estancada se hizo de una pequeña laguna en la cual el agua no corría por cómo se ve a simple vista tenía una capa como verde se tomó la muestra con los respectivos guantes para no contaminarnos y se recogió alrededor de 20 litros para los ensayos, como se sabe esta es una de las aguas que más se utiliza en la construcción

ya que el agua se la almacena en botes grandes y no existe el movimiento necesario para que este bueno las bacterias siempre van a existir.



Ilustración 14: Fuente de agua estancada

3.2 Agregados

Los agregados gruesos y finos que se utilizaron provienen de la Cantera de Santa Isabel los cuales para el agregado fino fue una arena mediana y en cuanto al agregado grueso fue ripio de 3/4'' para realizar cada uno de los ensayos y cilindros correspondientes. Sabiendo que una de los factores principales para la elaboración del hormigón es la calidad de estos agregados por que se va a evaluar cada una de las propiedades.



Ilustración 15: Materiales agregados para la mezcla de hormigón

3.3 Método Fuller -Thompson

Se seleccionó una curva granulométrica continua para que exista una composición óptima de cada uno de los agregados en el hormigón, Es un método analítico, ya que su correlación entre las propiedades de los agregados y material. Se basa en una curva que se obtiene mediante una ecuación. (Giraldo, 2004).

$$Y = 100 \frac{d^m}{D} \quad (13)$$

Donde,

Y= Grafica de Fuller, % en peso de los agregados.

m = 0,5

D; d = tamaño máximo del agregado

Para obtener la curva de Fuller se obtiene los siguientes valores entonces se va a seleccionar los que se necesiten para poder hallar cada uno de los porcentajes.

d mm (pulg)	Valores de Y para diferentes tamaños máximos (D)					
	12,5 (1/2")	20 (3/4")	25 (1")	40 (3/2")	50 (2")	63,5 (2 1/2")
63,5 (2 1/2")	-	-	-	-	-	100
50 (2")	-	-	-	-	100	89
40 (3/2")	-	-	-	100	86,6	77
25 (1")	-	-	100	81,6	70,7	63
20 (3/4")	-	100	86,5	71	61	55
12,5 (1/2")	100	81	70	57	50	44
9,5 (3/8")	87	71	61	50	43	39
4,8 (N° 4)	62	50	43	35	31	27
2,4 (N° 8)	44	35	31	25	22	19
1,2 (N° 16)	31	25	22	18	15	14
0,6 (N° 30)	22	18	15	12,5	11	9,7
0,3 (N° 50)	15	12,5	11	8,8	7,7	6,9
0,15 (N° 100)	11	8,8	7,7	6,2	5,4	4,8

Ilustración 16: Curvas de Fuller para diferentes tamaños máximos

Fuente 9: (Giraldo, 2004)

Para poder obtener cada uno de los agregados que se deben utilizar para la mezcla se lo puede hacer por medio de dos métodos:

- a) **Métodos por tanteos:** Es el más sencillo ya que solo se lo realiza de forma rápida y se basa en realizar una curva que se ajuste a lo que se necesita, se debe dibujar la granulometría de cada uno de los agregados los cuales las variables serán el tamaño de agregado (d) en las abscisas y en el eje de ordenadas los porcentajes de los acumulados (Y). (Giraldo, 2004)

Se unen las rectas de los tamaños máximos y mínimos, y el punto donde estas rectas llegan a interceptarse a la curva de Fuller representará en el eje de las abscisas el % en volumen de agregado. (Giraldo, 2004)

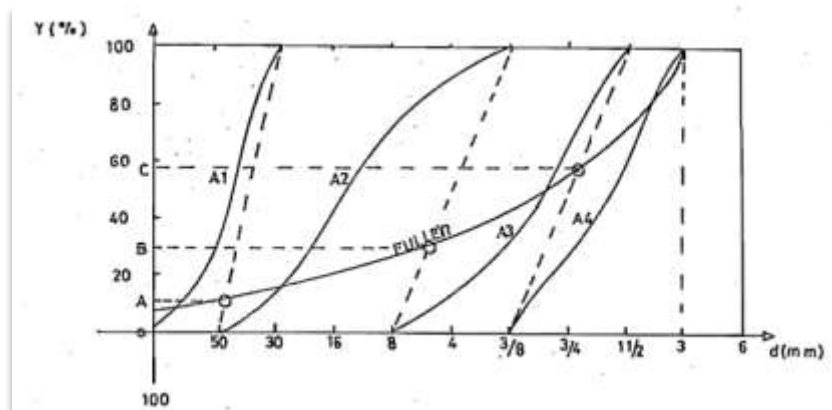


Ilustración 17: Gráfica del método de tanteos Fuller

Fuente 10: (Giraldo, 2004)

- b) **Método por los módulos de finura:** Para este método es un proceso más matemático ya que se basa en los diferentes módulos de finura, se puede determinar mejor la cantidad de materiales para realizar la mezcla de hormigón. Se tiene como base las curvas de Fuller, para el mismo se debe realizar ecuación con incógnitas para poder saber los valores necesarios.

3.4 Diseño de mezcla de hormigón

Se realizará el diseño de mezclas mediante el método de Fuller-Thompson para un hormigón de $f'c = 180, 210, 240, 300 \text{ kg/cm}^2$, se utilizó el cemento Atenas Tipo GU (Uso General) diseñado para cualquier tipo de construcción, así como los agregados obtenidos en Santa Isabel y el agua como anteriormente se explicó cada uno con su recolección en lugares diferentes. Para todo esto se va realizar un diseño de mezcla y se va a realizar los ajustes para las diferentes proporciones y sus correcciones.

Para obtener las cantidades de Agua, Cemento, Agregados Finos y Grueso, y así se cumpla con los requisitos los cuales son durabilidad, resistencia y trabajabilidad se seguirán los siguientes pasos.

1. Datos de los materiales

Se debe conocer con anterioridad los datos que son el tamaño máximo nominal del agregado grueso, peso específico, % de absorción, Módulos de Fineza todos estos son ensayos que se explicaron con anterioridad.

El peso específico del cemento es de 2926 kg/cm^3 esto de acuerdo al cemento Atenas Tipo GU.

2. Determinación de Resistencia

Es la resistencia en compresión especificada del concreto de acuerdo a las especificaciones de obra, su unidad es kg/cm^2 . A pesar que el diseño se lo realice en un laboratorio se debe tener en cuenta las diferentes dispersiones que puede haber por lo cual siempre se recomienda diseñar para un valor $f'c$ mayor al previsto. Se basa en la siguiente tabla.

Si $f'c \leq 210 \text{ Kgf/cm}^2$	$f'cr = f'c + 70 \text{ Kgf/cm}^2$
$210 < f'c \leq 350$ "	$f'cr = f'c + 84$ "
$f'c > 350$ "	$f'cr = f'c + 100$ "

Ilustración 18: Valores de $f'c$ cuando se desconoce la desviación estándar σ

Fuente 11: (Giraldo Bolivar, 1987)

3. Selección de Asentamiento

El asentamiento se escoge dependiendo las especificaciones que se tenga para la obra si no cuenta con esto se va a seguir de criterios importantes:

- Se dosificará para una consistencia plástica con un asentamiento de 3 – 4 pulg si existe una vibración, pero si la vibración es mediante el varillado se de al menos 5 pulg. Basando en la tabla 4 siguiente de acuerdo a la consistencia. (Giraldo, 2004)

Consistencia	Asentamiento (cm)	Fluidez (%)
Seca	0 - 2	0 - 40
Plástica	2 - 5	40 - 70
Blanda	5 - 11	70 - 100
Fluida	11 - 20	100 - 130

Tabla 4: Asentamientos para diferentes consistencias de hormigón

4. Determinación del contenido de agua

La cantidad de agua que se seleccionara se deberá corregir ya que se debe conocer la humedad y absorción de los agregados y también se toman en cuenta, también existe la humedad relativa que ocasionara que cambie el cambio de agua a ser empleada. Se obtiene de la siguiente tabla 5. Si se encuentra entre dos valores se puede hacer un promedio de los dos valores.

Asentamiento (cm.)	Agua en Kgf. por metro cúbico de hormigón para los diferentes tamaños de agregados especificados en mm. (Pulg.)							
	10mm (3/8")	12,5 (1/2")	20 (3/4")	25 (1")	40 (3/2")	50** (2")	70** (3")	150** (6")
Hormigón sin aire incluido								
3 - 5	205	200	185	180	160	155	145	125
8 - 10	225	215	200	195	175	170	160	140
15 - 18	240	230	210	205	185	180	170	---
% de aire atrapado	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
Hormigón con aire incluido								
3 - 5	180	175	165	160	145	140	135	120
8 - 10	200	190	180	175	160	155	150	135
15 - 18	215	205	190	185	170	165	160	---
% de aire recomendado								
Para niveles de exposición								
Bajos	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Moderados	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Altos	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Tabla 5: Valores aproximados de agua dependiendo del asentamiento o tamaño de agregados.

Fuente 12: (Giraldo, 2004)

5. Contenido de Aire

Es el contenido de aire incorporado y natural que existen en el volumen, se va a basar en el tamaño máximo nominal. Se explica en la siguiente tabla 6.

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3%
1/2"	2,50%
3/4"	2%
1"	1,50%
1 1/2"	1%
2"	0,50%
3"	0,30%
6"	0,20%

Tabla 6: Contenido de aire atrapado

6. Selección de la relación Agua / Cemento (a/c)

Es la cantidad de agua que se le administra al agua cuando el agregado se encuentra saturado superficialmente seco, o sea que no aporta agua. Para poder seleccionar la relación agua/cemento se va a bajar en una gráfica en la que interviene la resistencia de cada una de las mezclas y la curva que esta echa con anterioridad se toma la resistencia y se llega hasta

que corte la primera curva se baja una línea recta hacia las ordenadas las cuales serán la relación a/c. (Raico Huatay, 2019)

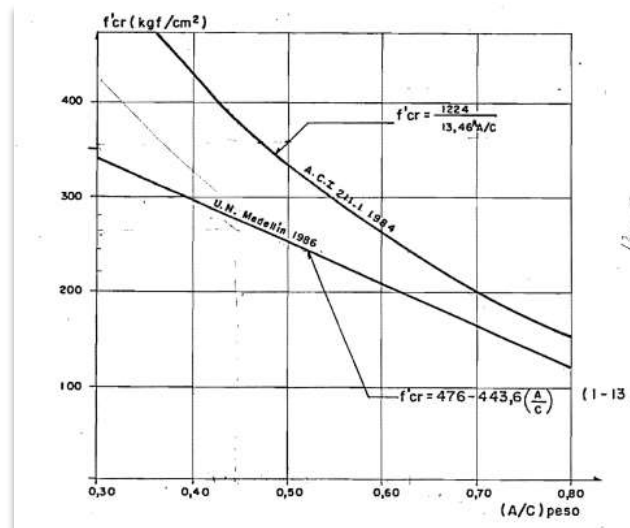


Ilustración 19: Relación entre f'_{cr} y a/c

7. Contenido de cemento 4

Se obtiene mediante esta fórmula en la cual intervienen el volumen de agua ya seleccionado y la relación a/c

$$FC = \frac{\text{Volumen de agua}}{\text{Relación agua / cemento}} \quad (14)$$

8. Selección del agregado método Fuller

Se sacará el volumen para un metro cubico esto es la suma de la cantidad de cemento, agua, y los agregados respectivos esto se obtendrá matemáticamente ya que se tiene 1 sola incógnita se despeja y se obtiene el volumen de agregados

$$\Sigma 1m^3 = \text{Cant. Cemento} + \text{Cant. Agua} + \text{Cant. Agregados} \quad (15)$$

Una vez, obtenido el valor del volumen de los agregados con la ayuda de la gráfica de Fuller se podrá obtener el porcentaje de cada una de los agregados ya que se utilizó el método del tanteo, se gráfica la curva de Fuller y la granulometría y se determina el porcentaje y sabes que para cada resistencia cambiaria si existe más cantidad de agregado grueso o fino

GRAVA =	59	%
ARENA =	41	%

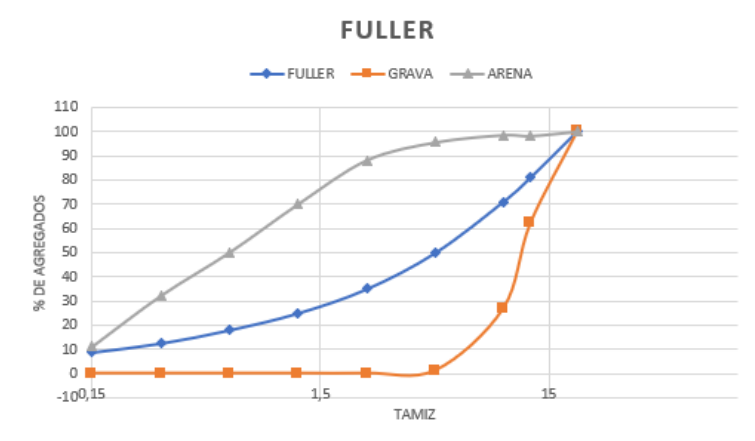


Ilustración 20 Grafica de Fuller y Granulometría

Fuente 13: Elaboración propia

9. Ajustes por humedad del agregado

Se realiza el este ajuste ya que existe humedad dentro de los agregados lo cual al realizar esto se reducirá la cantidad de agua significativamente y será aportada por los agregados.

La condición S.S.S las cuales son prácticamente teóricos que se calculó con anterioridad, pero se debe corregir. Se seguirá con las siguientes ecuaciones.

$$\% \text{ por valor de diseño del Agreg.} = \frac{\% \text{ humedad Ag}}{100} * \text{Peso del Ag.} \quad (16)$$

$$\text{Peso humedo} = \% \text{Valor de dise\~{n}o} + \text{Peso del agregados} \quad (17)$$

$$\text{Aporte de agua} = \% \text{Valor de dise\~{n}o} + \text{humedad superficial} * \text{Peso seco} \quad (18)$$

CAPÍTULO IV --RESULTADOS

4.1 Resultados de ensayos químicos de los tipos de agua

4.1.1 Coliformes totales y fecales

De acuerdo a los resultados en el Agua de quebrada, se presenciaron valores positivos de 5 5 5 de acuerdo a la disolución 1/10, 1/100 y 1/1000 en cuanto a el valor referencial NMP/100 es de mayor a 1600, en cuanto al agua potable presento valores de 1 0 0 siendo 2 el resultado de NMP/100, por consiguiente el agua estancada en coliformes totales presenta valores de 5 5 2, siendo el resultado de NMP/100 de 540 y finalmente en el agua de lluvia el valor de coliformes es 5 5 5 presentando el mismo resultado del agua de quebrada. Es decir, como tomamos 4 muestras, expresadas de mejor manera sería; en este caso en la primera muestra que es el agua de quebrada en las 3 disoluciones todos los tubos de ensayo son positivos, en la muestra 2 que viene siendo el agua potable en la disolución 1/10 presenta 1 positivo y 4 negativos, en la disolución 1/100 todos son negativos al igual que en la disolución del 1/1000, por otro lado en la 3 muestra que corresponde al agua estancada en la disolución 1/10 y 1/100 todos salieron positivos y en la disolución de 1/1000 salieron 2 tubos de ensayo positivos; finalmente en la muestra 4 que le pertenece al agua lluvia, todas las disoluciones salieron positivas

Posteriormente como una mejor explicación se podría decir, que de acuerdo a las muestras en el agua potable se obtuvieron distintos resultados, en este caso en la primera

muestra las 3 disoluciones salieron positivas en 1/10, 1/100 y 1/1000, en la muestra 2 en la disolución 1/10 y 1/100 tiene todos negativos y en la disolución 1/1000 presenta 3 positivos por lo tanto 2 negativos, en cuanto a la muestra 3 en la disolución 1/10 presentan 4 positivos y una negativa y en la disolución 1/100 y 1/1000 todos salieron positivos; y para concluir en la muestra 4 que pertenece a agua lluvia en la disolución 1/10 presenta 2 tubos de ensayo positivos y 3 negativos y en cuanto a la disolución 1/100 y 1/1000 todas salieron positivas.

		<i>Coliformes Fecales</i>	<i>RESULTADOS NMP/100</i>	<i>Coliformes Totales</i>	<i>RESULTADOS NMP/100</i>
1	AGUA QUEBRADA	555	> 1600	555	1600
2	AGUA POTABLE	003	5,4	100	2
3	AGUA ESTANCADA	455	69	552	540
4	AGUA LLUVIA	255	32	555	1600

Tabla 7 Resultados de coliformes totales y fecales

4.1.2 Nitritos y Nitratos

Para analizar en los 4 tipos de agua obtuvimos los siguientes resultados; en la primera muestra que corresponde al agua de quebrada se obtuvo como resultado 0,03 mg/l de N-NO₂, en el agua potable presenta un valor de 0,007 mg/l de N-NO₂, en el agua estancada presenta un valor de 0,009 mg/l de N-NO₂ y finalmente en el agua lluvia presenta un valor de 0,012 de N-NO₂, dándonos como resultado que en el agua donde existe mayor cantidad de nitritos es el agua de quebrada.

		<i>NITRATOS mg/L N-NO3</i>	<i>NITRITOS mg/L N-NO2</i>
1	AGUA QUEBRADA	1,5	0,03
2	AGUA POTABLE	0,4	0,007
3	AGUA ESTANCADA	0,4	0,009
4	AGUA LLUVIA	0,4	0,012

Tabla 8 Resultados de nitratos y nitritos

4.1.3 PH

Se obtuvo los siguientes resultados, en el agua de quebrada presenta un pH de 6,89, en cuanto al agua potable consta con un pH de 7,28, en el agua estancada consta con un pH de 6,85 y en el agua lluvia con un valor de pH de 6,43.

		<i>PH</i>
1	AGUA QUEBRADA	6,89
2	AGUA POTABLE	7,28
3	AGUA ESTANCADA	6,85
4	AGUA LLUVIA	6,43

Tabla 9 Resultados de PH de los diferentes tipos de agua

4.1.4 Turbidez

En el agua de quebrada presenta 12,2 NTU, el valor del agua potable es de 1,28 NTU el cual se encuentra dentro del rango referencial, por otra parte el agua estancada presenta 5,44 NTU y finalmente el agua lluvia presenta 0,93 NTU, que en este caso es el agua que presenta menor turbidez, concluyendo así que el agua de quebrada vendría siendo el agua con mayor turbidez por lo que es el agua más contaminada.

		<i>TURBIDEZ NTU</i>
1	AGUA QUEBRADA	12,2
2	AGUA POTABLE	1,38
3	AGUA ESTANCADA	5,44
4	AGUA LLUVIA	0,93

Tabla 10 Resultado de Turbidez de las diferentes aguas

4.1.5 Cloruros

El ion de cloruro se puede encontrar en diferentes aguas que pueden ser naturales y residuales en concentración de ppm hasta varios gramos por litro, se puede presenciar en el agua lluvia ya que se encuentran ahí, la composición química del agua es detectable en una concentración de 250 ppm de NaCl. La máxima concentración que se puede permitir de los cloruros en el agua potable es de 250 ppm, este se lo utiliza más por cuestiones de sabor.

		<i>CLORUROS ml</i>
1	AGUA QUEBRADA	175
2	AGUA POTABLE	175
3	AGUA ESTANCADA	175
4	AGUA LLUVIA	280

Tabla 11 Resultados de cloruros

4.1.6 Conductividad

Se presenta los siguientes resultados; en el caso del agua de quebrada consta de 98,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, como resultado en el agua potable presenta 87,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el agua estancada

presenta 151,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y finalmente en el agua lluvia un valor de 11,93 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el cual el que presenta un mayor valor conductividad es el agua estancada.

		CONDUCTIVIDAD $\mu\text{S}/\text{cm}$
1	AGUA QUEBRADA	98,5
2	AGUA POTABLE	87,2
3	AGUA ESTANCADA	151,4
4	AGUA LLUVIA	11,93

Tabla 12 Resultado de conductividad

4.1.7 DBO y DBO5

Ya realizado el respectivo proceso nos da los respectivos resultados, por lo tanto, en el agua de quebrada nos da como resultado 31 DBO mg/l, el resultado del agua potable nos da 17 DBO mg/l, en el caso del agua estancada presento un resulta de 26 DBO mg/l y finalmente en el agua Lluvia nos da un resultado de 19 DBO mg/l. Durante este proceso los microorganismos que se encuentran en el agua metabolizan en un 80% de la DBO total, después de realizar el proceso obtuvimos los siguientes resultados en la aguas correspondientes, en el agua de quebrada, en el agua potable y en el agua estancada presentan un valor de 350 DBO5 mg/l, en cambio en el agua lluvia presenta un valor de 48 DBO5 mg/l.

		DBO mg/L	DBO 5 mg/l
1	AGUA QUEBRADA	31	350
2	AGUA POTABLE	17	350
3	AGUA ESTANCADA	26	350
4	AGUA LLUVIA	19	48

Tabla 13 Resultados de DBO-DBO5

4.2 Resultados de los ensayos del laboratorio de la arena

Se realizó los ensayos del Peso Específico, módulos de finura, y absorción se presentarán a continuación:

AGREGADO FINO	
Peso específico S.S.=	2,48 gr/cm ³
Peso específico Seco=	2,38 gr/cm ³
% de Absorción=	4,28%
Contenido de humedad=	10,34482759
Módulo de finura=	3,00%

Tabla 14: Valores de las características de la arena

Fuente 14: Josselyn Celi

- **Granulometría**

Para poder obtener una granulometría más óptima se basa en la norma 872 donde se conocerán los límites para la gráfica granulométrica y saber si se encuentra dentro de los límites establecidos.

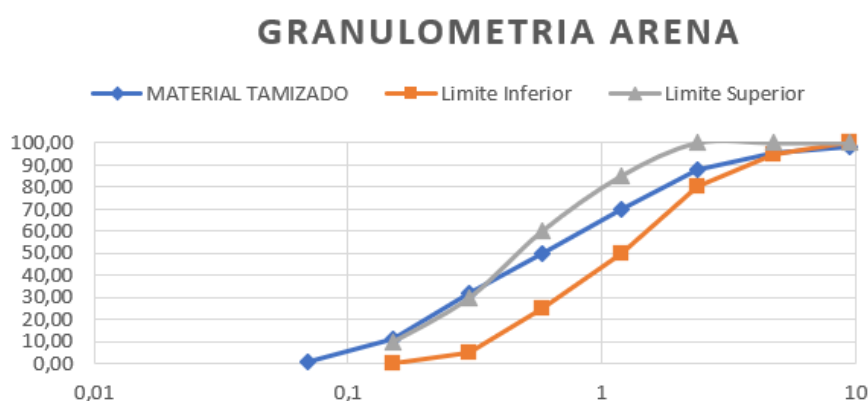
NORMA INEN 872		
TAMIZ Nº	LIM. INF	LIM. SUP
3/8"	100	100
Nº4	95	100
8	80	100
16	50	85
30	25	60
50	5	30
100	0	10

Tabla 15: Límite superior e inferior para gradación en arena

Fuente 15: (NTE INEN 872, 2011)

TAMIZ Nº	RETENIDO %	RET. ACUM%	%PASA
1/2"	1,8%	1,8%	98,25
3/8"	2,7%	4,4%	98,59
Nº4	7,4%	11,8%	95,59
8	18,1%	29,9%	88,23
16	20,0%	49,9%	70,11
30	17,9%	67,8%	50,13
50	21,0%	88,8%	32,25
100	10,2%	98,9%	11,22
200	1,1%	98,9%	1,05

Tabla 16: Valores obtenidos para granulometría



Gráfica 1: Curva granulométrica de la arena.

Fuente 16: Josselyn Celi

4.3 Ensayos del laboratorio del Ripio

Los ensayos se hicieron según la norma indicaba para que pueda cumplir con lo que se requiere (NTE INEN 696, 2011).

Los resultados se muestran a continuación:

AGREGADO GRUESO	
Tamaño máximo nominal=	3/4plg
Peso específico S.S.S=	2620 kg/m3
Peso específico seco=	2570 kg/m3
% Absorción=	2,04%
Contenido de humedad=	0,995732575

Tabla 17: Valores de las características del Ripio

Fuente 17: Josselyn Celi

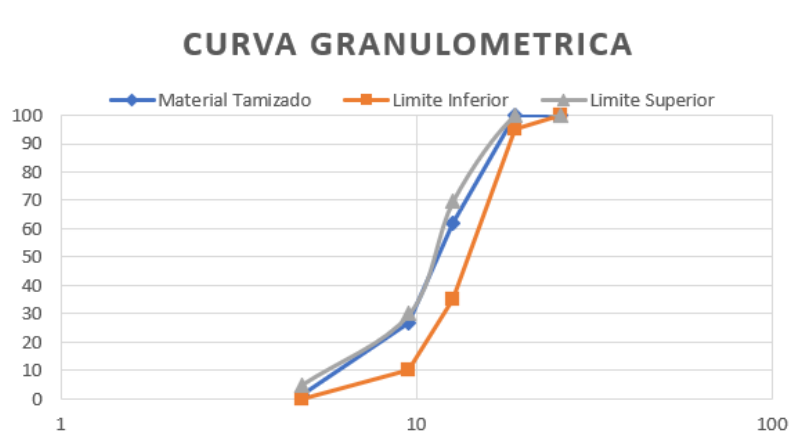
- **Granulometría Ripio**

Se sigue las normas correspondientes para obtener los siguientes valores:

TAMIZ Nº	% RETENIDO	%RET. ACUM	%PASA
1"	0%	0%	100,00
3/4"	38%	38%	62,17
1/2"	35%	73%	26,82
3/8"	26%	99%	1,21
#4	1%	100%	-

Tabla 18 Datos después del tamizar ripio

Fuente 18: Josselyn Celi



Gráfica 2: Curva Granulométrica del Ripio

4.4 Elaboración de Probetas

- Se utilizan moldes que son de 15x10 y 30x15, tienen que ser impermeable que nose absorbente, deben estar puestos aceite para que salga con más facilidad las muestras.
- Se debe pesar el material correspondiente para cada probeta según la resistencia requerida, se utilizó la concretera para realizar la mezcla para que exista uniformidad



Ilustración 21: Elaboración de hormigón

- Cuando la dosificación esta ya echa se debe hacer una comprobación para saber si este cumple por asentamiento para poder saber si está bien y cumple con este requisito, utilizando el cono de Abrams ya que debe seguir la norma NTE INEN se lo realiza de la siguiente manera:
- El cono debe estar hidratado con anterioridad y con la varilla que nos permitirá realizar un tipo vibración manual.

- Se llenar el cono de Abrams en 3 capas cada una de ellas se dará con la varilla 25 golpes para que exista compactación y haciendo que la varilla llegue a la capa anterior y así sucesivamente hasta enrasar el cono.



Ilustración 22: Ensayo del cono de Abrams

- Una vez colocada el material se deberá limpiar la base del cono y quitar todo el exceso para que se levante en forma vertical y luego colocarlo en la parte de alado, pero al revés como se muestra en la Ilustración 23.
- Con un flexómetro se medirá la diferencia de alturas entre el centro del hormigón asentado y la parte superior del molde se puede colocar también la varilla para tener un nivel.



Ilustración 23: Medición de Asentamiento

- El moldeo de cada una de las probetas se deberá realizar durante los primeros 15 minutos ya que este podría secarse y perder la hidratación que se necesita.
- Se llenará las probetas del hormigón uniformemente en 3 capas iguales.
- Varille cada capa 25 veces para que no exista ningún lugar del cual no este con hormigón después de cada capa compactada se golpeará el exterior con la ayuda de un martillo con la cabeza de caucho, para que no exista aire atrapado que pudo haber quedado del varillado anterior



Ilustración 24 Probetas de Hormigón

- Se recomienda que cuando se realiza el moldeo sea en un lugar cerca para evitar mínimo movimiento para que se realice el fraguado. Al día siguiente se los desencofra y se los señala.
- Para el curado se los deja en agua aproximadamente 24 horas antes de la rotura.



Ilustración 25 Desencofrado



Ilustración 26 Curado del Hormigón

4.6 Diseños de cilindros Patrón-Agua Potable

4.6.1 Resistencia 180 kg/cm²

Se muestra en la tabla 19 las dosificaciones en volumen y peso que se obtuvieron del diseño anterior, las mismas que fueron ensayadas en 7, 14, 28 días.

DOSIFICACION 180 $\frac{kg}{cm^2}$			$a/c = 0,53$
VOLUMEN	1	1,74	2,34
AGUA Ltr	CEMENTO kg	ARENA kg	RIPIO kg
220	415	721	972

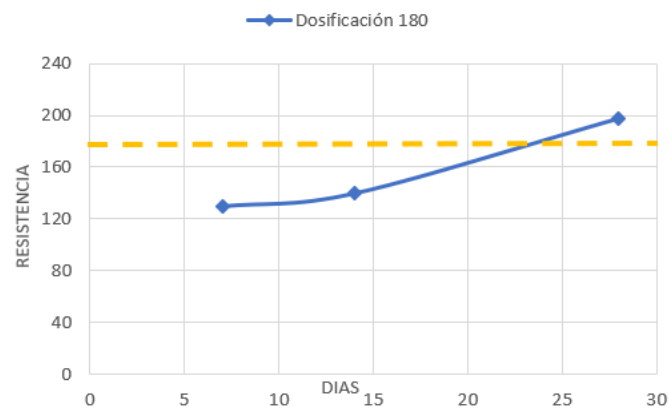
Tabla 19 Dosificación al peso y volumen de 180 kg/cm²

Los resultados de las resistencias obtenidas con su carga máxima, dando a entender que, si alcanzo en un porcentaje de 110% a los 28 días de la rotura, existe una tendencia lineal ya que este sigue subiendo y se espera que a lo largo de los días sea mayor.

180 kg/cm ²			
DIAS	Carga maxima	f'c	% f'c
7	10925	139,1	77%
14	11412	145,3	81%
28	15054	197,95	110%

Tabla 20 Resultados de ensayo del patrón

RESISTENCIA VS TIEMPO



Gráfica 3 Curva de Resistencia vs Tiempo para dosificación 180 kg/cm²

4.6.2 Resistencia 210 kg/cm²

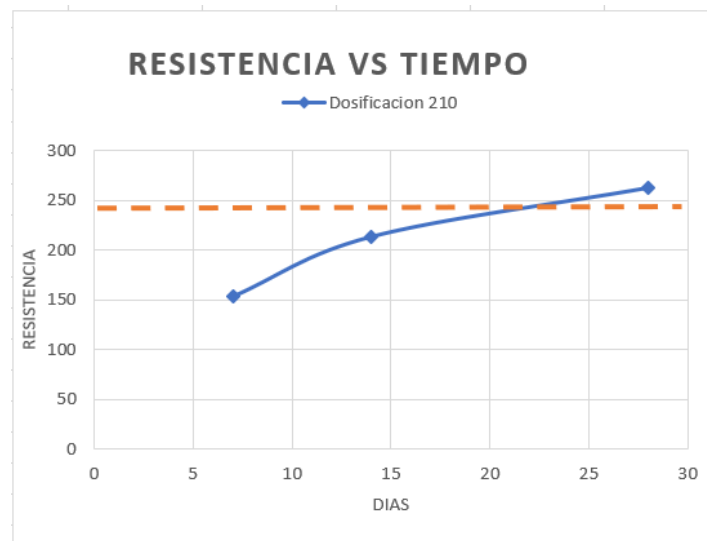
DOSIFICACION 210 $\frac{kg}{cm^2}$			$a/c = 0,45$
VOLUMEN	1	1,42	1,91
AGUA Ltr	CEMENTO kg	ARENA kg	RIPIO kg
220	489	695	933

Tabla 21: Dosificación por peso y volumen de 210 kg/cm²

Se puede observar en la tabla 22. que, si se llega a la resistencia deseada con un 125% de la requerida, se puede concluir que mientras más tiempo pase tendremos una mejor resistencia esto sin ayuda de aditivos, el diseño patrón cumple con lo requerido.

210 kg/cm ²			
DIAS	Carga maxima	f'c	% f'c
7	12095	154	73%
14	16808	214	102%
28	20664	263,1	125%

Tabla 22 Resultados de ensayo a compresión 210 kg/cm²



Gráfica 4 Curva de resistencia vs tiempo para dosificación 210 kg/cm²

4.6.3 Resistencia 240 kg/cm²

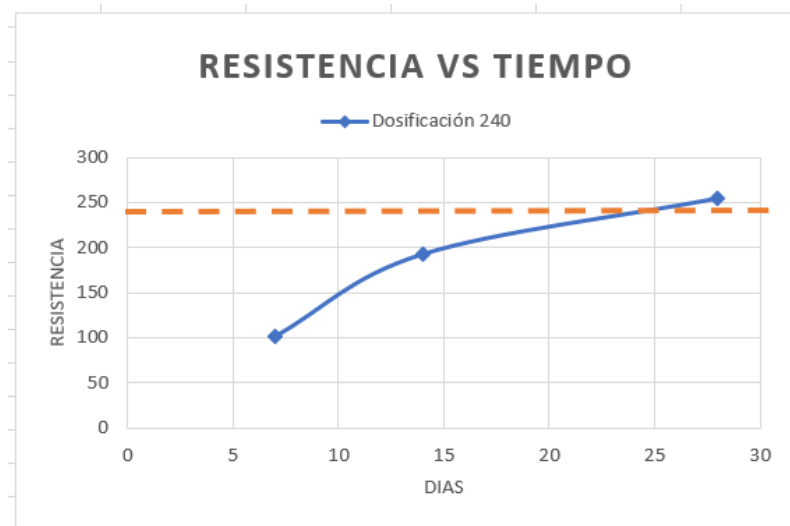
DOSIFICACION 240 $\frac{kg}{cm^2}$			a/c = 0,40
VOLUMEN	1	1,22	1,64
AGUA Ltr	CEMENTO kg	ARENA kg	RIPIO kg
220	550	672	902

Tabla 23: Dosificación por peso y por volumen de 240 kg/cm²

Como se observa se tienen a los 7 días que no llega al porcentaje que se rige por la norma, pero conforme pasa el tiempo llega a cumplir con la resistencia deseada llegando a los 28 días con 6% más.

240 kg/cm ²			
DIAS	Carga maxima	f'c	% f'c
7	7909	100,7	42%
14	15080	192	80%
28	19955	254,07	106%

Tabla 24 Resultados de ensayo de compresión



Gráfica 5: Curva Resistencia vs Tiempo para dosificación 240

4.6.4 Resistencia 300kg/cm²

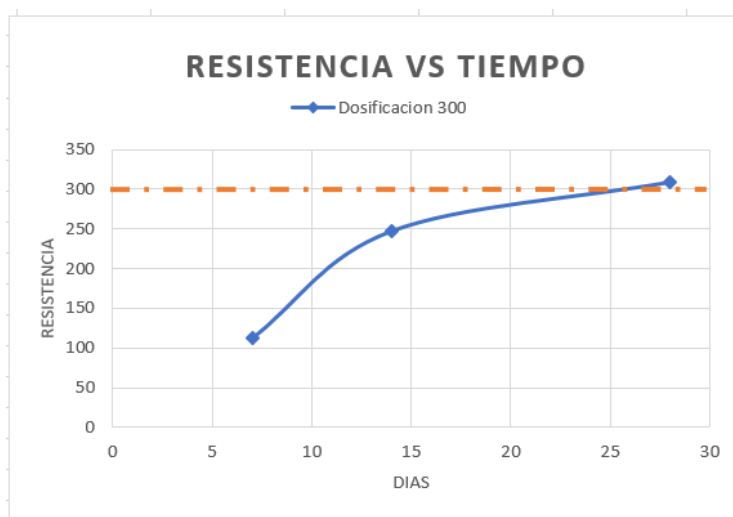
DOSIFICACION 300 $\frac{kg}{cm^2}$			a/c = 0,34
VOLUMEN	1	1,11	1,41
AGUA Ltr	CEMENTO kg	ARENA kg	RIPIO kg
220	647	721	912

Tabla 25 Dosificación por volumen y peso 300 kg/cm²

En la tabla 26 se especifica los datos obtenidos del ensayo a compresión los cuales son satisfactorios con el diseño, con un 3% mayor.

300 kg/cm ²			
DIAS	Carga maxima	f'c	% f'c
7	21400	113	38%
14	19446	247,6	83%
28	24285	309,2	103%

Tabla 26 Resultados de ensayo de compresión



Gráfica 6: Curva de Resistencia vs Tiempo para para dosificación 300 kg/cm²

CAPÍTULO V – ANALISIS COMPARATIVO

Se realizo probetas para cada una de las resistencias y sus roturas respectivas, se identificara los tipos de agua como LL (Agua lluvia), Q (Agua de quebrada), E (Agua Estancada) respectivamente y tendrá la interpretación de cada una de ellas. Se realizo un promedio de las dos muestras realizadas para tener un solo valor y con ese hacer la comparación.

5.1 Comparación con Agua Lluvia

5.1.1 Tabla de Resultados

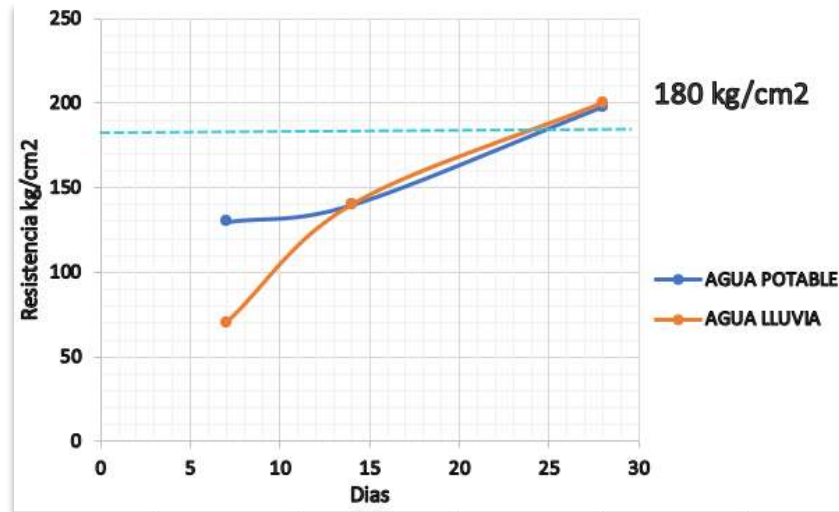
Los porcentajes que se muestran en la tabla 27 de cada una de las resistencias son las que fueron obtenidas del diseño con agua lluvia y se va a realizar la comparación de los mismos, se puede observar que los porcentajes si varían entre el diseño patrón con el diseño de agua lluvia.

		LL	POTABLE	VARIACION
Kg/cm2	Días	F'C	F'C	%
180	7	70,3	130	85%
	14	140,4	140	0%
	28	200,73	197,95	1%
210	7	107,1	154	44%
	14	139,35	214	54%
	28	201,415	263,1	31%
240	7	104	100,7	3%
	14	206	192	7%
	28	214,615	254,07	18%
300	7	201,5	113	44%
	14	248,9	247,6	1%
	28	294,62	309,2	5%

Tabla 27 Resultados de ensayo a compresión de cada una de las resistencias con agua lluvia

- **Resistencia Agua Lluvia-180kg/cm2**

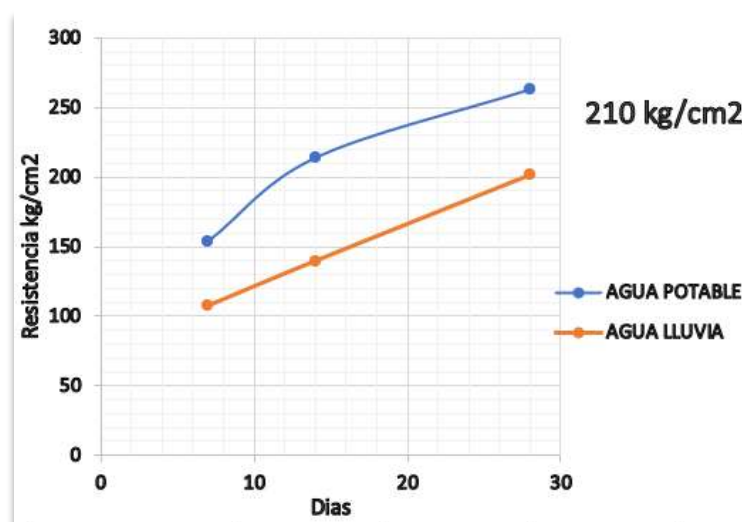
En la gráfica 7. Se puede observar que no existe alteración entre los resultados a pesar de que el crecimiento si varía el resultado es similar en ambos tipos de aguas. Existe un porcentaje 1% de diferencia que es mínimo cuando alcanzan sus 28 días, y a los 7 días un 85 % de diferencia en cuanto al aumento de resistencia entre el agua potable y agua lluvia.



Gráfica 7: Comparación de resistencias con agua lluvia de 180kg/cm²

- **Resistencia Agua Lluvia-210kg/cm²**

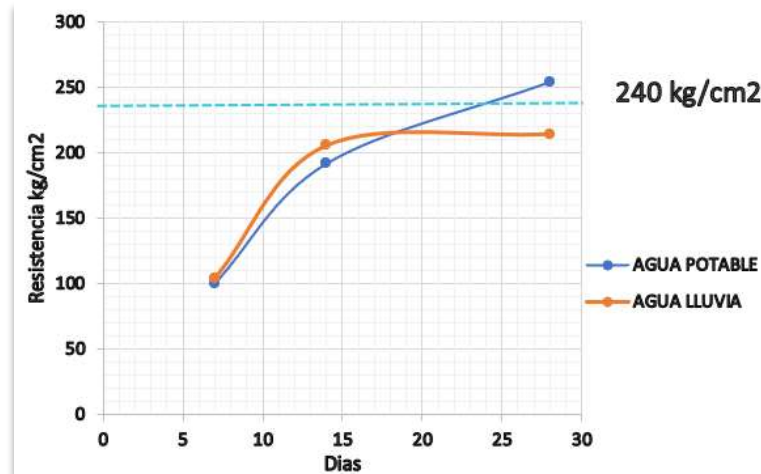
En la gráfica 8. Se puede apreciar que si existe variación considerable tiene aproximadamente una variación del 31 % en comparación con el agua potable, puede ver que su el agua si influencia.



Gráfica 8 Comparación de resistencias con agua lluvia de 210kg/cm²

- **Resistencia Agua Lluvia-240kg/cm²**

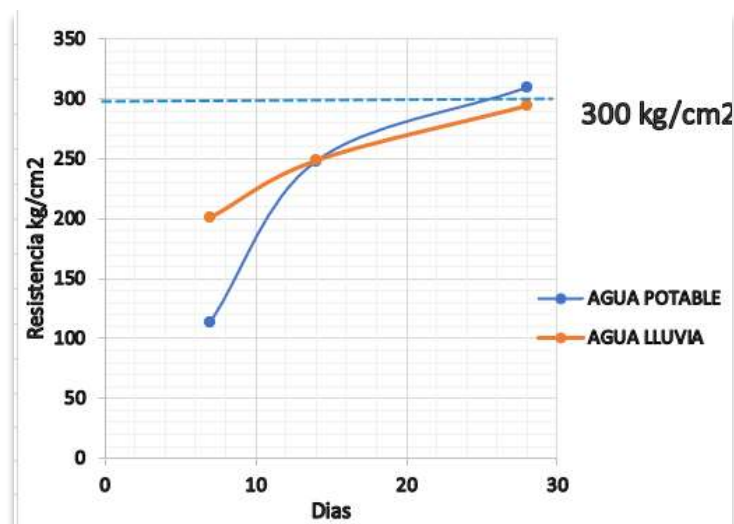
En la gráfica 9 las curvas tienen un crecimiento similar, pero conforme pasa el tiempo en el día 28 existe una variación que ya está bajo el porcentaje que debería cumplir según la norma, con una variación del 18% entre ambas resistencias



Gráfica 9 Comparación de resistencias con agua lluvia de 240kg/cm²

- **Resistencia Agua Lluvia-300kg/cm²**

En la gráfica 10. La curva del agua lluvia empieza con un valor mayor que a la del diseño, pero conforme siguen los días esta llega a decaer en un 5% de variación



Gráfica 10 Comparación de resistencias con agua lluvia de 240kg/cm²

5.2 Comparación de Agua Estancada

5.2.1 Tabla de Resultados

En la tabla 28. Se da a conocer los resultados que se obtuvieron del diseño realizado con agua estancada con su respectivo porcentaje para conocer si cumplía con lo que la

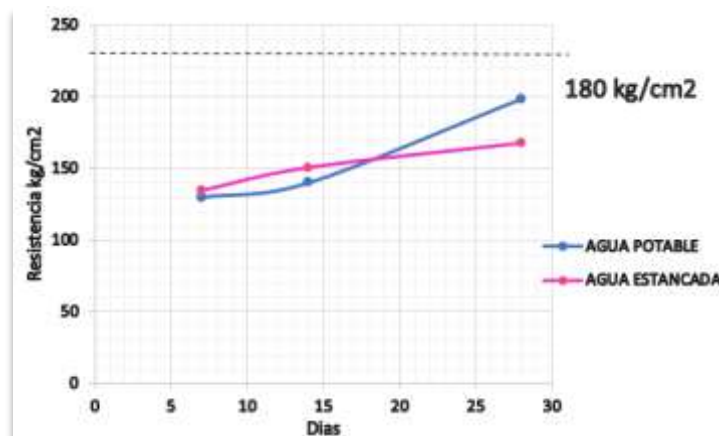
norma exige con la ayuda de esta comparación saber si podemos utilizar este tipo de agua para diseños futuros.

		E	POTABLE	VARIACION
Kg/cm2	Dias	F'C	F'C	%
180	7	134,3	130	3%
	14	150,5	140	7%
	28	167,98	197,95	18%
210	7	185,5	154	17%
	14	158,5	214	35%
	28	190,095	263,1	38%
240	7	150	100,7	49%
	14	157	192	36%
	28	252,325	254,07	1%
300	7	220,95	113	49%
	14	226,15	247,6	9%
	28	291,24	309,2	6%

Tabla 28: Resultados de ensayo a compresión de cada una de las resistencias con agua estancada

- **Resistencia Agua Estancada-180kg/cm2**

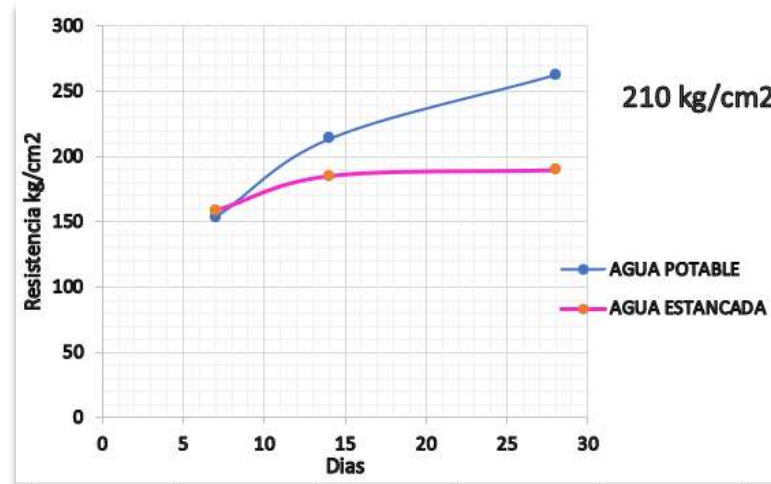
En la gráfica 11. La curva de agua potable se ve como crece linealmente en comparación con el otro tipo de agua con un 18% de diferencia entre ambas resistencias. Ya que el agua estancada tiene un decaimiento.



Gráfica 11: Comparación de resistencias con agua Estancada de 180kg/cm2

- **Resistencia Agua Estancada-210kg/cm²**

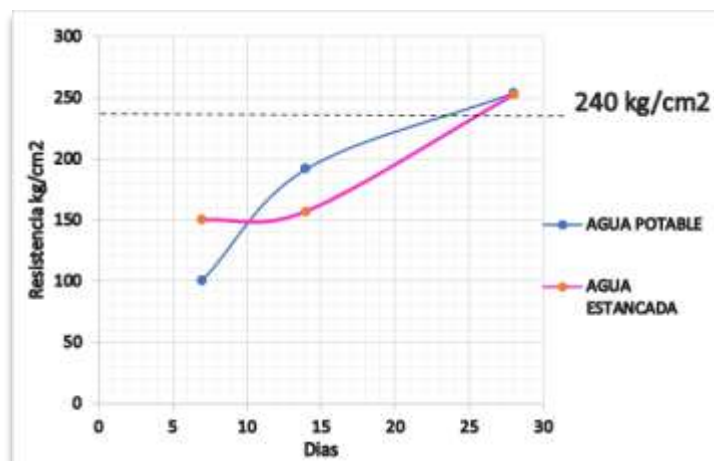
En la gráfica 12. Las curvas en los primeros 7 días tenemos resistencias muy similares, pero a los 14 días vemos el cambio así consecutivamente a los 28 días un porcentaje del 38% de diferencia, es un cambio muy significativo.



Gráfica 12: Comparación de resistencias con agua Estancada de 210kg/cm²

- **Resistencia Agua Estancada-240kg/cm²**

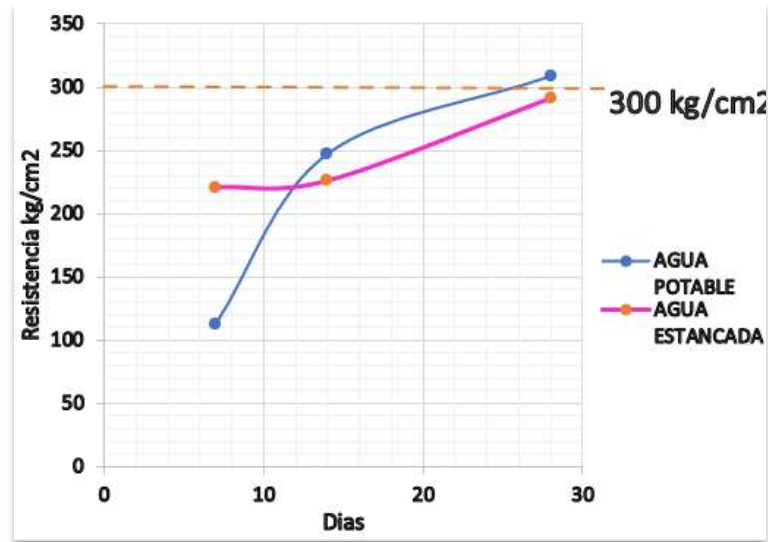
En la gráfica 12. Se observa que la tendencia de crecimiento es muy similar en ambos tipos de agua, cuando es a los 14 días existe una variación, a los 28 días ambos llegan a la resistencia deseada.



Gráfica 13 Comparación de resistencias con agua Estancada de 240kg/cm²

- **Resistencia Agua Estancada-300 kg/cm²**

En la gráfica 13. Se observa que el agua estancada en los primeros días es mucho mayor que el agua estancada pero su crecimiento menor en comparación con el agua potable ya que su diferencia a los 28 días existe una variación de 6%



Gráfica 14: Comparación de resistencias con agua Estancada de 300kg/cm²

5.3 Mezcla de Agua Quebrada

5.3.1 Tabla de Resultados

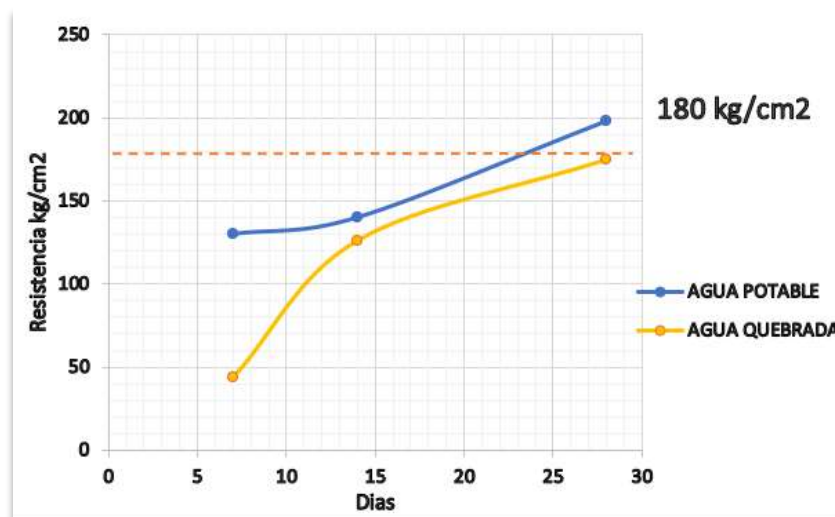
En la tabla 29 se demuestra la comparación que existe entre los resultados de los ensayos a compresión del agua potable con el agua de quebrada en cuanto a los porcentajes se puede llegar a saber que las resistencias que no cumple con la norma es la de 180,240,300 kg/cm².

		Q	POTABLE	VARIACION
Kg/cm2	Dias	F'C	F'C	%
180	7	44,05	130	195%
	14	126,35	140	11%
	28	174,95	197,95	13%
210	7	146,5	154	6%
	14	163,55	214	46%
	28	198,83	263,1	32%
240	7	119,15	100,7	18%
	14	185,6	192	46%
	28	185,53	254,07	37%
300	7	177,6	113	36%
	14	202,7	247,6	22%
	28	278,39	309,2	11%

Tabla 29 Resultados de ensayo a compresión de cada una de las resistencias con agua quebrada

- **Resistencia Agua de Quebrada-180 kg/cm²**

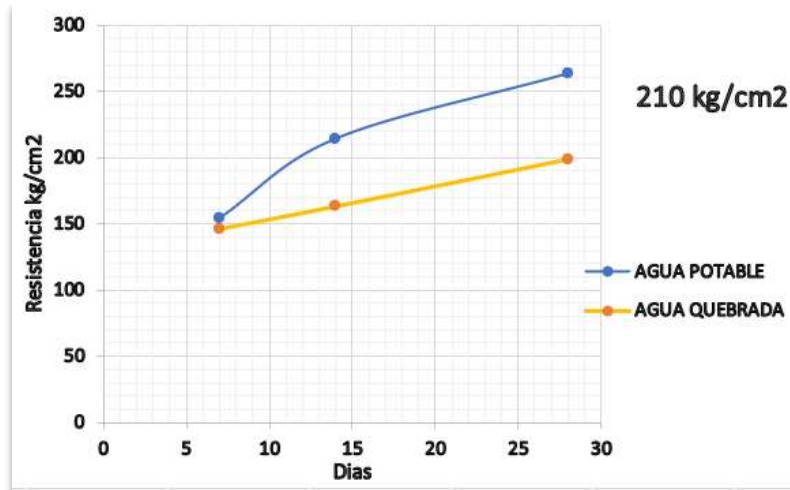
En el gráfico 15. En las curvas se observa que a los 7 días el agua de quebrada es mucho menor pero a los 15 días se observa que existe una similitud y los 28 días existe una variación de 13% entre ambas aguas.



Gráfica 15: Comparación de resistencias con agua quebrada de 180kg/cm²

- **Resistencia Agua de Quebrada-210 kg/cm²**

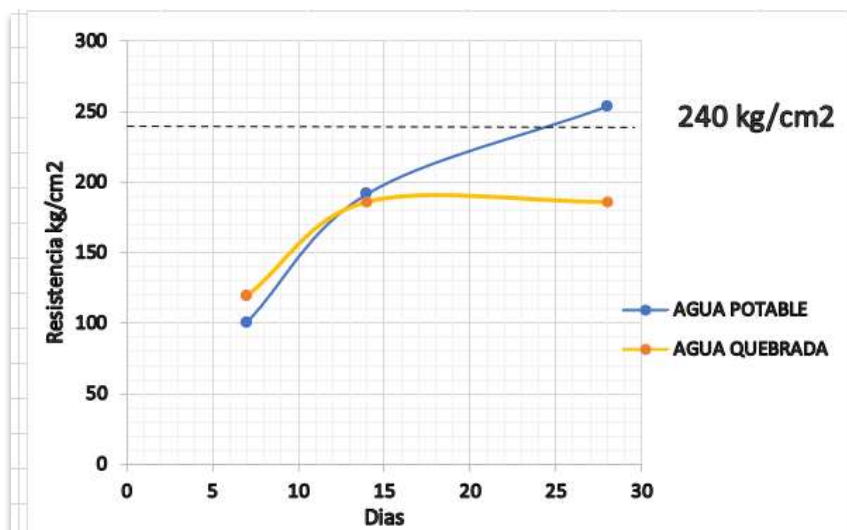
En el gráfico 16. La curva de agua estancada tiene su crecimiento de forma lineal pero muy variada con al de agua potable con una variación del 32% entre ambas aguas es un porcentaje muy elevado.



Gráfica 16 Comparación de resistencias con agua quebrada de 210kg/cm²

- **Resistencia Agua de Quebrada-240 kg/cm²**

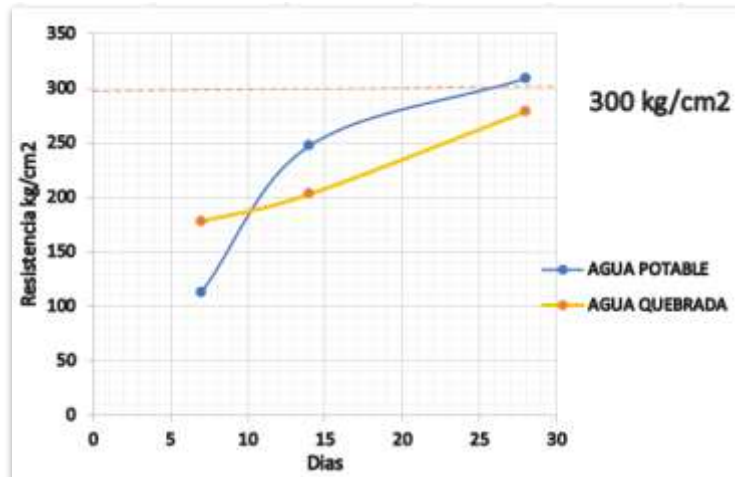
En la gráfica 17. Se observa que existe una diferencia del 20% entre los datos a los 28 días, a pesar de tener la misma tendencia solo hasta los 14 días existe un cambio.



Gráfica 17: Comparación de resistencias con agua quebrada de 240kg/cm²

- **Resistencia Agua de Quebrada-300 kg/cm²**

En la gráfica 18. Con una diferencia del 10% al llegar a los 28 días, los datos de agua de quebrada son mucho menores que los del agua potable en los 7, 14, 28 días respectivamente



Gráfica 18 Comparación de resistencias con agua quebrada de 300kg/cm²

5.4 Gráficos comparativos

5.5 Esfuerzo vs Deformación

Se mostrarán los resultados obtenidos de las dos muestras realizadas por cada resistencia en la prensa a compresión de los diagramas de la relación esfuerzo-deformación ya que es una característica importante.

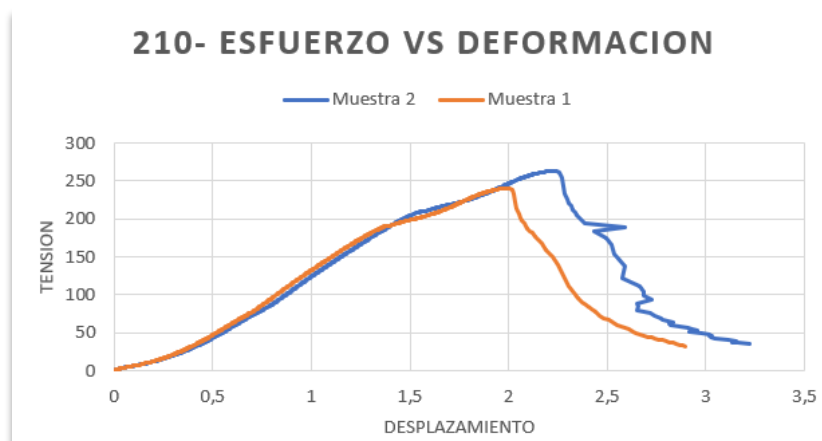
- **Agua Potable**

Se da a conocer que existe un desplazamiento máximo de 0,7-0,9 y luego ya existe la rotura.



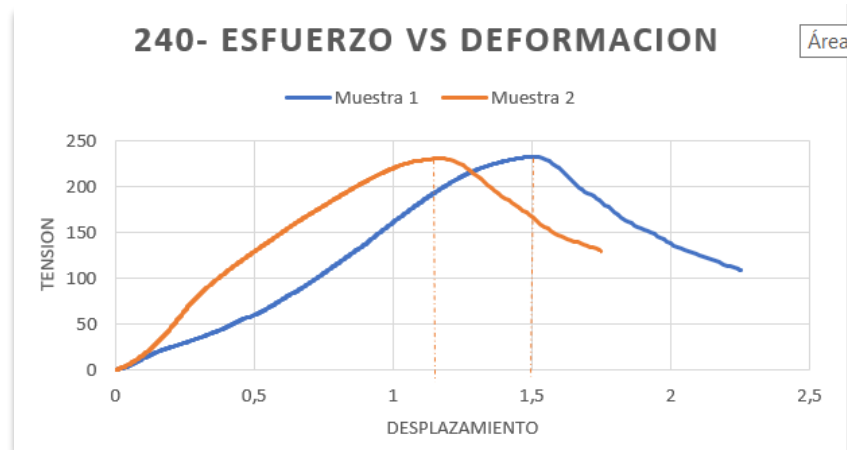
Gráfica 19: 180kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Potable.

Con un desplazamiento de 2-2.5 que es mayor que el anterior y luego existe la rotura de la muestra 2 a más de 250 kg/cm²



Gráfica 20 210kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Potable.

Con una resistencia de más de 240 kg/cm² y su desplazamiento entre 1-1.5 antes de llegar a la rotura.



Gráfica 21 240kg/cm2 Esfuerzo vs Deformación del Agua Potable

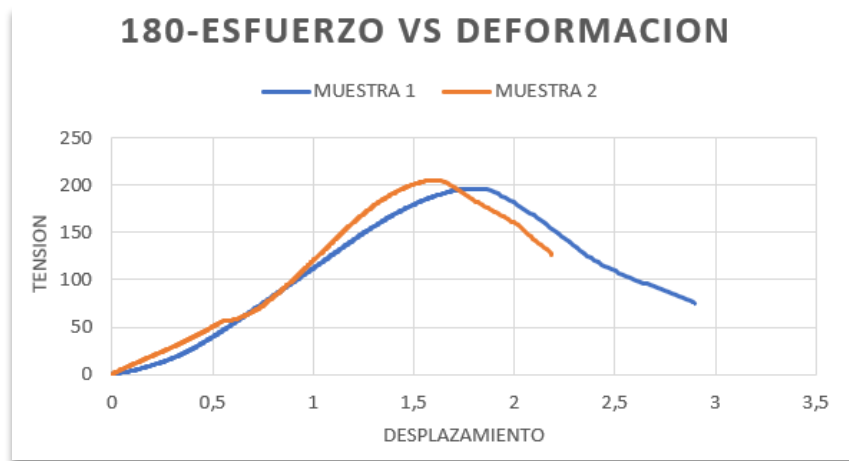
Una de las muestras tiene un valor de resistencia menor a la establecida a pesar de eso existe un desplazamiento de 1-1.5 antes de la rotura.



Gráfica 22 300kg/cm2 Esfuerzo vs Deformación del Agua Potable

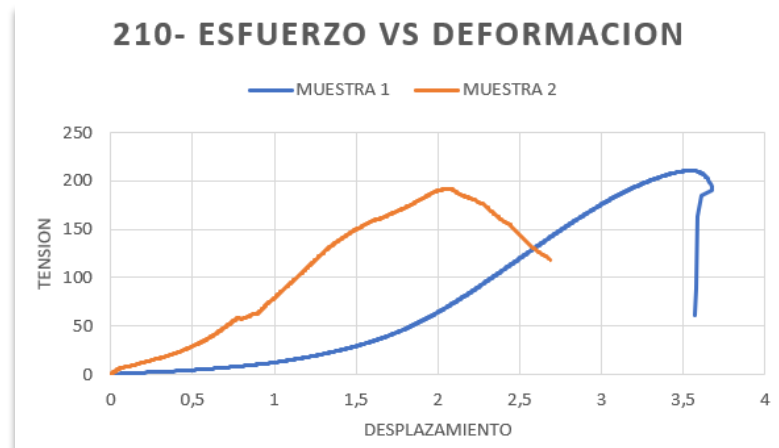
- **Agua Lluvia**

Las dos muestras son muy similares cuando se presenta la rotura, con un desplazamiento de 1.5-2 antes de la rotura.



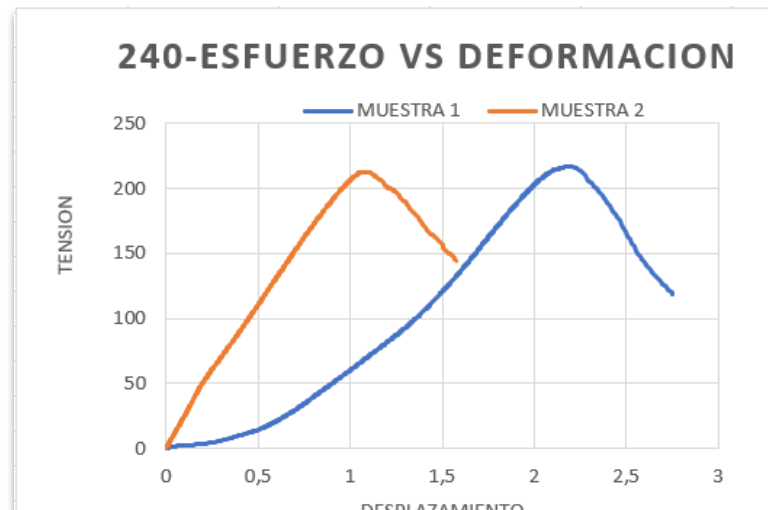
Gráfica 23 180kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Lluvia

Existe las muestras con una diferencia de desplazamiento la muestra 1 con un desplazamiento de 3-3.5 y luego la rotura, y la muestra 2 un desplazamiento 2 antes de la rotura.



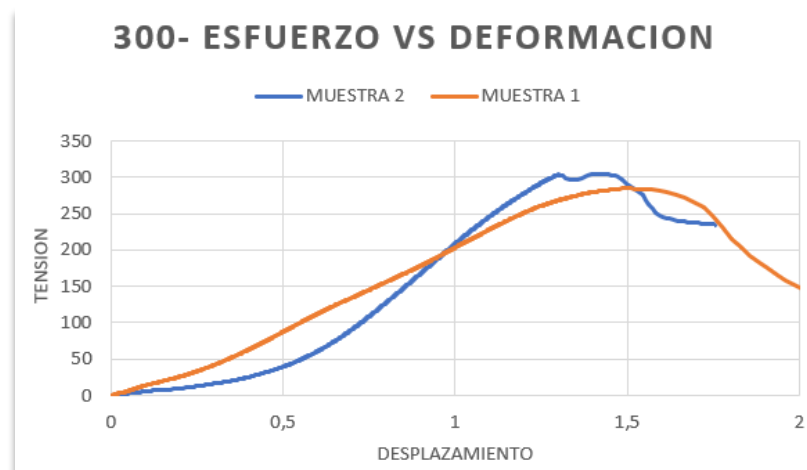
Gráfica 24 210kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Lluvia

Las dos muestras tiene un desplazamiento despues de la rotura la muestra 1 de 2-2.5 y la muestra 1 a 1-1.5 para que ocurra la rotura.



Gráfica 25 240kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Lluvia

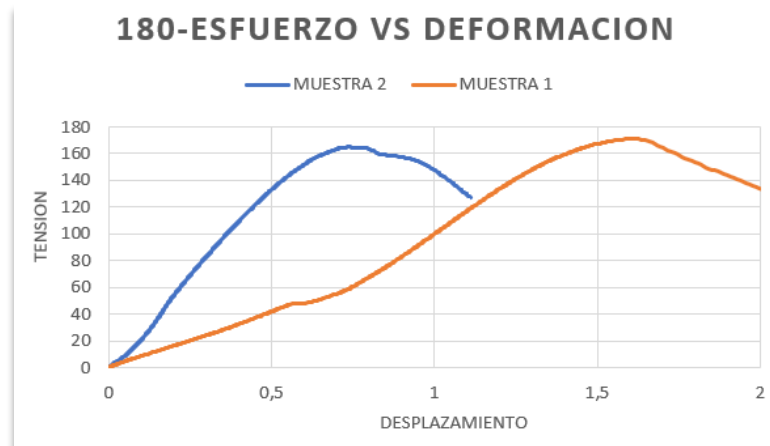
Las muestras tienen una tendencia muy similar ocurre la rotura cuando está entre 1-1,5 de desplazamiento y luego ocurrió la rotura.



Gráfica 26 300kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Lluvia

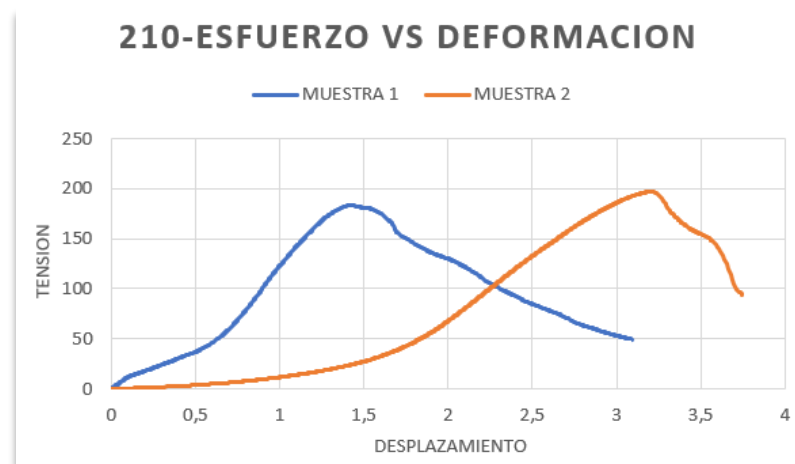
- **Agua Estancada**

Las muestras existen un poco de variación en cuanto a las gráficas ya que su rotura en cuanto al desplazamiento es diferente varía entre 0,5-1,5.



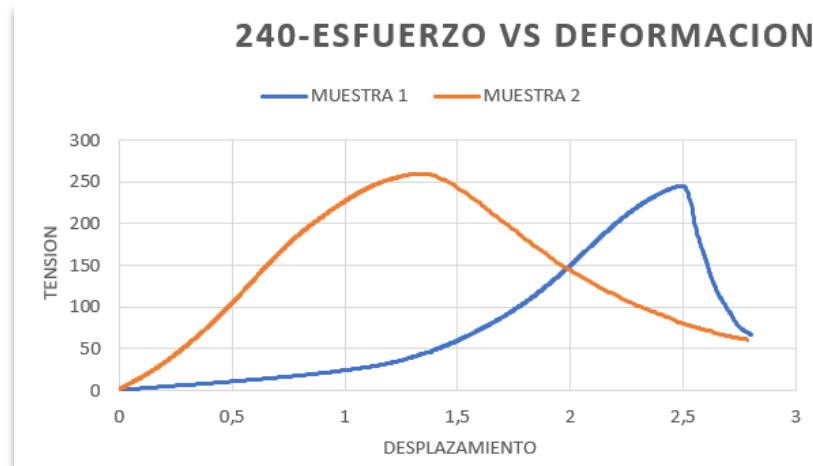
Gráfica 27 180kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Estancada

Con un desplazamiento que varía entre 1.5-3.5 para que ocurra la rotura ya que su tensión es casi la misma.



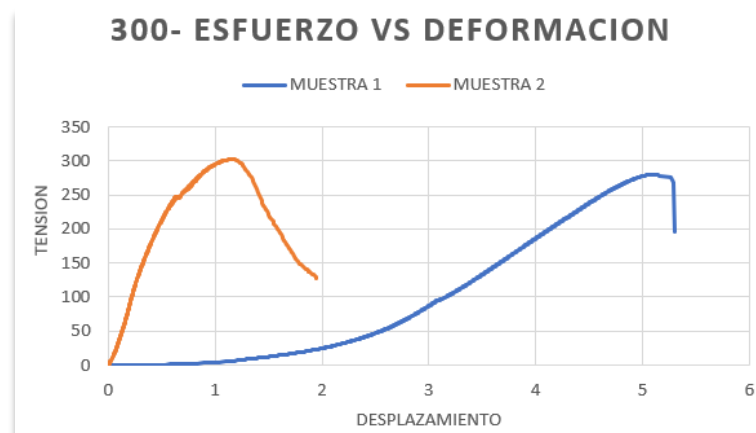
Gráfica 28 210kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Estancada

Las dos muestras son diferentes pero su tensión similar, a pesar de eso tiene un desplazamiento que varía entre 1.5-3 antes de la rotura.



Gráfica 29 240kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Estancada

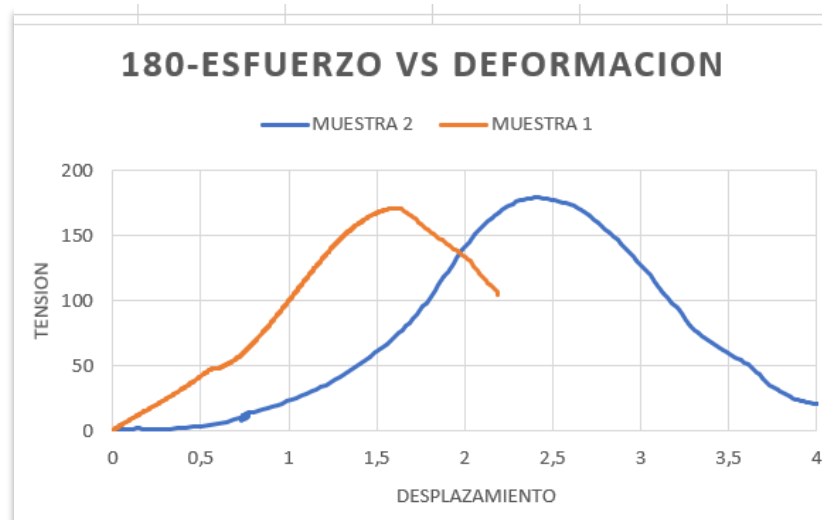
Existe una diferencia entre las muestras mucho mayor en cuanto al desplazamiento que varía entre 1-5, se observa que la tensión alcanzada es similar.



Gráfica 30 300kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Estancada

- **Agua Quebrada**

Las muestras son muy similares tiene un desplazamiento que no varía de 1.5-2.5 y ambas llegan al mismo nivel de tensión y luego la rotura.



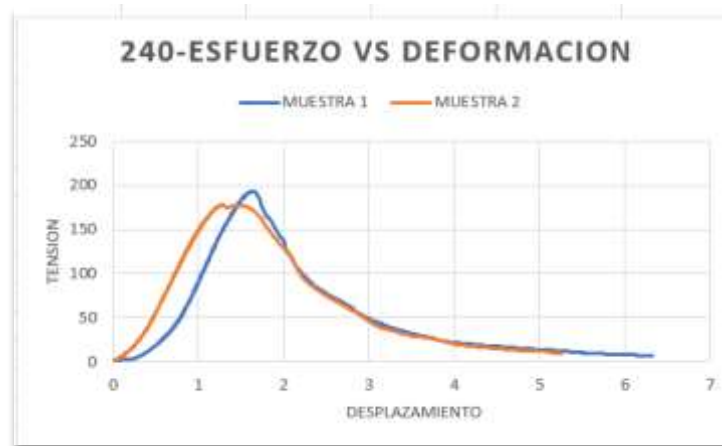
Gráfica 31 180kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Quebrada.

Las muestras se encuentran alejadas entre ellas a pesar que existe la tensión la misma con un desplazamiento de 2-4 con una rotura.



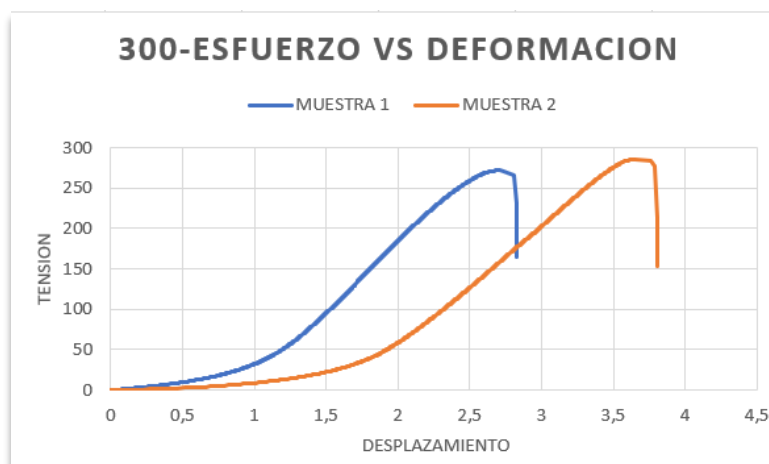
Gráfica 32 210kg/cm² Esfuerzo vs Deformación del Agua Quebrada.

Se observa que el desplazamiento y la tensión en ambas muestras es muy similar entre ellas y su rotura es lo mismo con un desplazamiento mínimo 1-2.



Gráfica 33 240kg/cm2 Esfuerzo vs Deformación del Agua Quebrada.

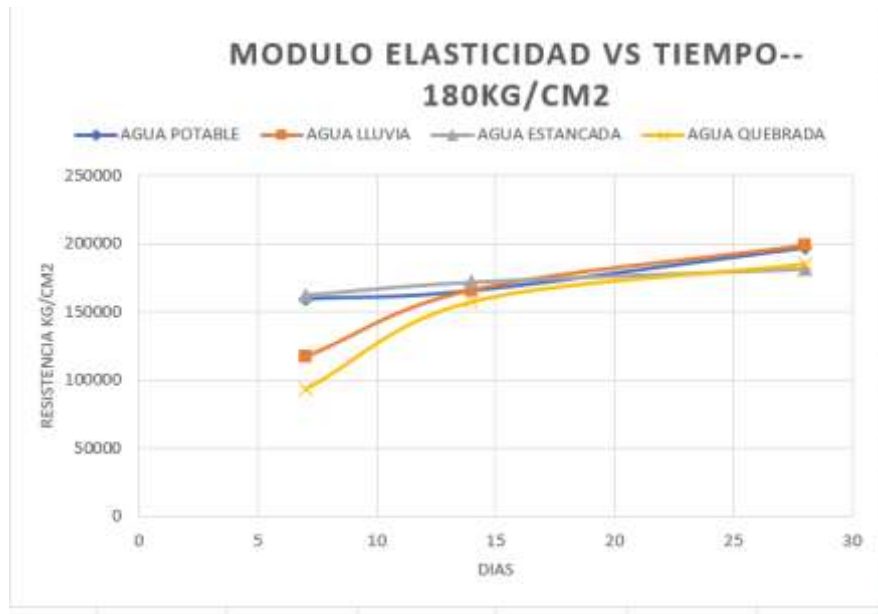
Los resultados de estas dos muestras son similar con una tensión igual a pesar de eso su desplazamiento varía entre 2.5-3.5 para que luego se produzca la rotura.



Gráfica 34 300kg/cm2 Esfuerzo vs Deformación del Agua Quebrada.

5.6 Modulo de elasticidad vs Tiempo

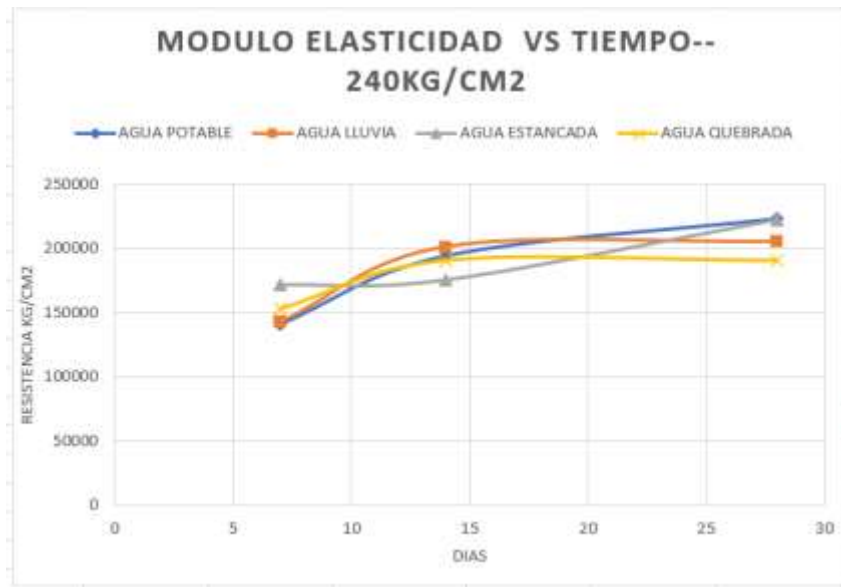
Los gráficos mostrados son para la comparación del modulo de elasticidad vs el tiempo con los diferentes tipos de agua.



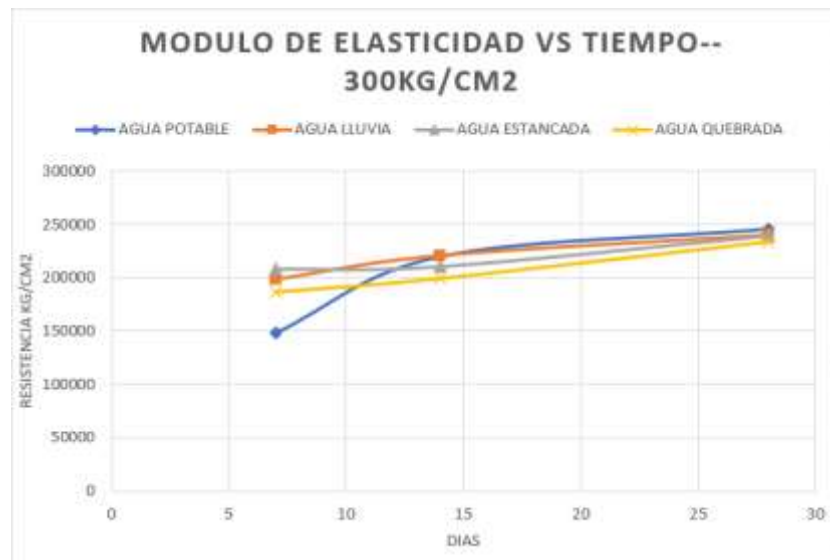
Gráfica 35 Modulo de Elasticidad -180 kg/cm2



Gráfica 36 Modulo de Elasticidad -210 kg/cm2



Gráfica 37 Modulo de Elasticidad -240 kg/cm2



Gráfica 38 Modulo de Elasticidad -300 kg/cm2

- Todos los hormigones que son ensayados antes de los 3 días tienen un módulo de elasticidad por debajo de la normativa, pero después se ajustan a la curva, pero aún existe esa variación

CAPÍTULO VI – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se puede concluir, que en esta investigación con la utilización de los diferentes tipos de agua no potable afectara a las propiedades mecánicas del hormigón y así poder buscar una forma de mitigar estos efectos negativos. Dicha investigación puede ser utilizada para los lugares donde el agua potable es escasa y los constructores necesitan alternativas para la fabricación de concreto.
- El agua estancada y de quebrada contiene materia orgánica que afectan negativamente al hormigón, por esto debe ser evaluada y controlada para asegurar la calidad y durabilidad del hormigón
- Se obtuvo los parámetros químicos y existen algunos que sobrepasan el rango de lo normal que podría ser la principal razón por la que afecten al hormigón de manera directa la presencia de materia orgánica afecta la plasticidad del hormigón y así reducir la resistencia.
- El agua de quebrada presenta mayor cantidad de nitritos, la turbidez es 12 NTU, el DBO5- DBO del agua de quebrada y estancada se encuentran elevados dando a conocer que existe materia orgánica de lo cual se podría deducir que es un agua completamente contaminada.
- El hormigón fabricado con agua de quebrada se obtuvo, con respecto a los 7,14,28 una resistencia menor con respecto al agua potable, el 27% menos de la resistencia esperada de $f'c=240 \text{ kg/cm}^2$ y un 24% con la resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días,
- Se concluyo que para la resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ existe una alteración muy significativa en los tipos de agua estancada, lluvia, quebrada, su variación entre 23-28% menor de la resistencia.

- La resistencia obtenida con los diferentes tipos de agua, se da a conocer una reducción entre un 20-30% lo cual no es favorable para el hormigón.

6.2 Recomendación.

- Para continuar con esta investigación se recomienda que no solo se debe evaluar la calidad de agua si no también los materiales que son principales para la elaboración del hormigón lo cual se debe tomar en cuenta los asentamientos, manipulación, transporte y proceso de curado para garantizar la calidad del mismo.

6.3 Bibliografía

Asphalt Roofing, M. A. (n.d.). *Los efectos del agua estancada*.

Bonzel, J. (1964). PROTECCION DEL HORMIGON EN LAS AGUA AGRESIVAS. *Materiales de Construccion, 14*, 1–10.

Carbajal Pascal Enrique. (1998). *Temas de Tecnología del Concreto en el Perú* (Segunda edición). Colegio de Ingenieros del Perú.

COBCM. (2015). *INDICADOR Agua Turbidez*.
<http://www.dmcca.es/documentum/publicaciones/manual2008.pdf>

Cuaspad Patiño, E. P., & Paredes Sánchez, V. K. (2017). *Determinación del índice de calidad del agua de la quebrada de Yaznan, Rio Blanco*. Universidad Central del Ecuador.

Daniel Campoverde Matute Santiago. (2015). *ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL USO DE DIFERENTES ADITIVOS COMO PLASTIFICANTES REDUCTORES DE AGUA EN LA ELABORACIÓN DE HORMIGÓN Y SU INFLUENCIA EN LA PROPIEDAD DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN*.

Dayana del Carmen, & Luis Morales. (2018). *CALIDAD DEL AGUA LLUVIA INFLUENCIA*. Universidad de la COSTA.

Escuela de Ingeniería Técnica Civil. (2007). Tipos de hormigón y sus propiedades. *Materiales de Construccion II*, 1–18.

Gaviria, A. R. (2021). *AGUAS LLUVIAS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS: ALTERNATIVAS PARA LA FABRICACIÓN DE HORMIGÓN Y CONTRIBUCIÓN A UN IMPACTO AMBIENTAL REDUCIDO, GENERADO POR LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN EN EL SECTOR PÚBLICO PRIVADO*.

- Giraldo, B. (2004). *DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA FACULTAD DE MINAS ESCUELA DE INGENIERÍA CML MEDELLÍN 2004 DE COLOMBIA.*
- Giraldo Bolívar. (1987). *GUÍA PRACTICA PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGÓN* (1st ed., Vol. 1).
- INEN 1205. (2013). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1205:2013 Primera revisión Primera edición WATER. DETERMINATION OF TOTAL NUMBER OF BACTERIA IN PLATES.*
- Ing. Ma Carrasco Fernanda, & Fe, S. (n.d.). *AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES.*
- Lopez, D. (2018). *Influencia de la calidad de agua lluvia en la resistencia a compresión de morteros hidráulicos.*
- Medina Restrepo, C. A. (2013). *CONCRETO CONFECCIONADO CON AGUAS LLUVIA: UN APORTE A LA DISMINUCIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.*
- NTE INEN 1 573. (2010). *NTE INEN 1 573:2010 Primera revisión HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE HORMIGÓN DE CEMENTO HIDRÁULICO.*
- NTE INEN 696. (2011). *NTE INEN 696:2011 ÁRIDOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN LOS ÁRIDOS, FINO Y GRUESO.*
- NTE INEN 697. (2010). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 697:2010.*
- NTE INEN 856. (2010). *NTE INEN 856:2010 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO.*
- NTE INEN 857. (2010). *NTE INEN 857:2010 Primera revisión ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO GRUESO.*
- NTE INEN 872. (2011). *NTE INEN 872: ÁRIDOS PARA HORMIGÓN. REQUISITOS.*
- Raico Huatay, I. E. (2019). *"INFLUENCIA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO DE $F'c = 210$ KG/CM².*
- Romo, M. (2001). *ANÁLISIS DE AGUA-DETERMINACIÓN DE CLORUROS TOTALES EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES.*

Sánchez de Guzman Diego. (2001). *Tecnología del Concreto y Mortero* (Vol. 1). <https://books.google.com.co/books?id=EWq-QPJhsRAC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

Suarez, J. A., & Torres, J. S. (2016). *EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION PARA MEZCLAS DE CONCRETOS DE 3000 PSI ELABORADAS CON COMBINACIONES DE AGUA DEL RÍO MAGDALENA Y DE AGUA POTABLE A DISTINTAS*.

Velezmora, A. (2013). *PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO EN PRESENCIA DE NITRATOS*. Universidad Central de Venezuela.

Verenice, L., Pinchao, O., Santiago, P., & Morales, Z. (2013). *ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL CÓDIGOS ACI-ASTM. PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL*. Escuela Politecnica Nacional Facultad de Ingenieria Civil.

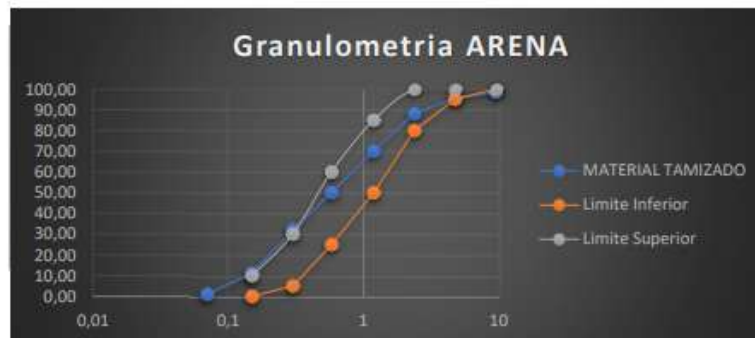
ANEXOS

Anexo 1. Ensayos

- **Análisis granulométrico del agregado fino**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA									
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL									
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARENA									
PROYECTO		INFLUENCIA LA CALIDAD DE AGUA EN HORMIGONES							
SOLICITADO POR :		DOMENICA CELI							
TAMIZ Nº	ABERTURA MM.	PESO RET. GR.	RET. ACUM. GR.	% RETENIDO	% RET. ACUM	% PASA	NORMA INEN 872		CUMPLE NORMA
							LIM. INF	LIM. SUP	
3/4"	19,1	0	0	0	0	100,00			
1/2"	12,7	17,5	17,5	1,753%	1,75%	98,25			
3/8"	9,52	26,5	44	2,65%	4,41%	95,59	100	100	
Nº4	4,76	73,5	117,5	7,36%	11,77%	88,23	95	100	
8	2,38	181	298,5	18,13%	29,89%	70,11	80	100	
16	1,19	199,5	498	19,98%	49,87%	50,13	50	85	
30	0,580	178,5	676,5	17,88%	67,75%	32,25	25	60	
50	0,3	210	886,5	21,03%	88,78%	11,22	5	30	
100	0,15	101,5	988	10,17%	98,95%	1,05	0	10	
200	0,07	0	988	1,05%	98,95%				
FONDO		10,5	998,5		100,00%				
TOTAL		998,5		100%	3%				

PESO ANTES DEL ENSAY 1000 PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO =
PESO DESPUES DEL ENS. 998,5 MODULO DE FINURA = 3
% DE HUMEDD =



Ing. Marco González

- Análisis granulométrico de Agregado grueso.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA GRAVA

PROYECTO INFLUENCIA LA CALIDAD DE AGUA EN HORMIGONES

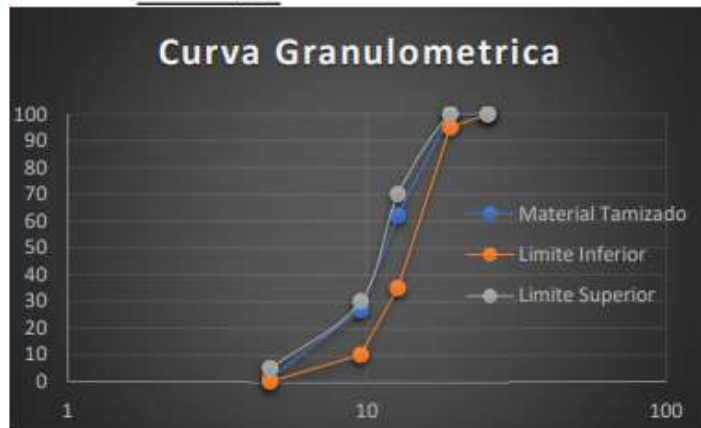
SOLICITADO POR : DOMENICA CELI

	ABERTURA	PESO RET.	ET. ACUM	%	%	%	NORMA INEN 872	
TAMIZ Nº	MM.	GR.	GR.	RETENIDO	RET. ACUM	PASA	LIM. INF	LIM. SUP
1"	25,4	0	0	0,00%	0,00%	100	100	100
3/4"	19,00	0	0	0,00%	0,00%	100,00	95	100
1/2"	12,700	1883,5	1883,5	37,83%	37,83%	62,17	35	70
3/8"	9,53	1760	3643,5	35,35%	73,18%	26,82	10	30
#4	4,75	1275,5	4919	25,62%	98,79%	1,21	0	5
FONDO	0	60	4979	1,21%	100,00%	0,00	0	0
TOTAL		4979		100%	309,80%			

PESO ANTES DEL ENSAYO 5000

PESO DESPUES DEL ENSA 4979

% DE HUMEDD 1,876



Ing. Marco González
Laboratorista

		AGUA POTABLE				Variación	AGUA LLUVIA				Variación
		1		2			1		2		
		CARGA	Kg/cm2	CARGA	Kg/cm2		%	CARGA	Kg/cm2	CARGA	
180	7	10210	130	10925	139,1	7,0	5411	68,9	5631	71,7	4,1
	14	10996	140	11412	145,3	3,8	10603	135	11451	145,8	8,0
	28	15547	197,95	15054	191,67	3,2	15418	196,31	16112	205,15	4,5
210	7	12095	154	12095	154	0,0	8577	109,2	8247	105	4,0
	14	18221	232	16808	214	8,4	11365	144,7	10524	134	8,0
	28	19651	250,21	20664	263,1	4,9	16573	211,01	15066	191,82	10,0
240	7	7391	94,1	7909	100,7	7,0	8482	108	7854	100	8,0
	14	13823	176	15080	192	9,1	16650	212	15708	200	6,0
	28	18140	230,97	19955	254,07	10,0	17005	216,52	16706	212,71	1,8
300	7	9660	123	8875	113	8,1	15158	193	16493	210	8,8
	14	18692	238	19446	247,6	4,0	18614	237	20483	260,8	10,0
	28	22548	287,09	24285	309,2	7,7	22384	285	23895	304,24	6,8

		AGUA ESTANCADA				Variación	AGUA QUEBRADA				Variación
		1		2			1		2		
		CARGA	Kg/cm2	CARGA	Kg/cm2		%	CARGA	Kg/cm2	CARGA	
180	7	10289	131	10807	137,6	5,0	3393	43,2	3526	44,9	3,9
	14	11938	152	11702	149	2,0	9739	124	10108	128,7	3,8
	28	13430	171	12956	164,96	3,5	13427	170,96	14054	178,94	4,5
210	7	12802	163	12095	154	5,5	11702	149	11310	144	3,4
	14	14373	183	14765	188	2,7	12409	158	13281	169,1	7,0
	28	14406	183,42	15454	196,77	7,3	15066	191,82	16167	205,84	7,3
240	7	12095	154	11467	146	5,2	8954	114	9762	124,3	9,0
	14	12331	157	12331	157	0,0	14216	181	14938	190,2	5,1
	28	19223	244,75	20412	259,9	6,2	15177	193,24	13966	177,82	8,0
300	7	16808	214	17899	227,9	6,5	13666	174	14231	181,2	4,1
	14	17043	217	18480	235,3	8,4	15472	197	16368	208,4	5,8
	28	22013	280,28	23735	302,2	7,8	21341	271,72	22389	285,06	4,9

Anexo 2. Fotografías







AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, **Josselyn Domenica Celi Gordillo** portadora de las cédula de ciudadanía N.º 1105872822. En calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del proyecto de titulación **“Influencia en la calidad de agua en la elaboración de hormigones”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizamos a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, **17 de marzo 2023**

F: 
.....
Josselyn Domenica Celi Gordillo
C.I. 1105872822