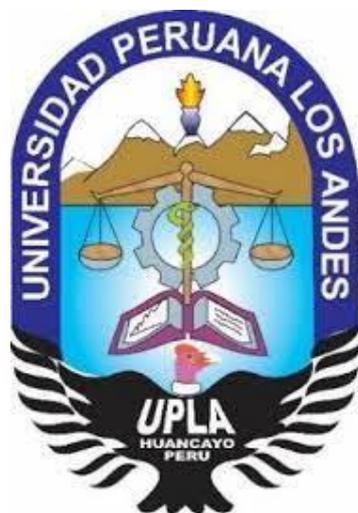


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

INCORPORACIÓN DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETO PREMEZCLADOS, HUANCAYO 2019

Línea de Investigación Institucional:
Nuevas Tecnologías y procesos

Línea de Investigación Escuela Académica Profesional:
Gestión en tecnologías en proceso constructivo

Presentado por:

Bach. TIZA BAQUERIZO, YERALDI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2020

FALSA PORTADA

ASESOR

Ms. C. ING. MARIA DEL CARMEN VADILLO GUTIERREZ

Dedicatoria y Agradecimiento

En primer lugar, a Dios por inmensa misericordia para conmigo, a mis padres por su apoyo incondicional en mi formación académica y a los docentes de la Universidad Peruana Los Andes por su dedicación en la formación de profesionales al servicio de la población.

TIZA BAQUERIZO, YERALDI

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Ruben Dario Tapia Silguera
Presidente

Jurado

Jurado

Jurado

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales
Secretario Docente

INDICE

Dedicatoria y Agradecimiento	iv
INDICE	vi
Índice de Tablas	xi
Índice de Ilustraciones	xiii
Índice de Fotografías	xiv
Resumen	xv
Abstract	xvi
Introducción	xvii
CAPÍTULO I.....	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1. Planteamiento del problema	19
1.2. Formulación del problema.....	20
1.2.1. Problema general.....	20
1.2.2. Problemas específicos	20
1.3. Justificación de la investigación	21
1.3.1. Justificación práctica	21
1.3.2. Justificación científica	21
1.3.3. Justificación metodológica	21
1.4. Delimitación	22
1.4.1. Delimitación Espacial	22
1.4.2. Delimitación Temporal	22
1.4.3. Delimitación Económica.....	22
1.5. Limitaciones.....	23
1.5.1. Limitación espacial.....	23
1.5.2. Limitación temporal.....	23
1.5.3. Limitación económica.....	23
1.6. Objetivos de la investigación.....	23
1.6.1. Objetivo general.....	23
1.6.2. Objetivos específicos	24
CAPÍTULO II.....	25
MARCO TEÓRICO	25

2.1. Antecedentes de la investigación.....	25
2.1.1. Antecedentes Nacionales.....	25
2.1.2. Antecedentes internacionales	26
2.2. Marco Conceptual.....	27
2.2.1. Materiales para construcción y mejoramiento	27
2.2.2. Tecnología	28
2.2.3. Proceso productivo	29
2.2.4. Características del cemento.....	34
2.2.5. Características de los agregados	42
2.2.6. Agua para mezclado	57
2.2.7. La mezcla de hormigón	64
2.2.8. Agua de planta de tratamiento de aguas residuales PTAR	67
2.2.8.1. Ensayos físico – químicos de las aguas tratadas en PTAR.....	67
2.2.8.2. Funciones del agua tratada en el concreto.....	68
2.2.8.3. Límites para la calidad del agua tratada.....	68
2.3. Definiciones de términos.....	69
2.4. Formulación de Hipótesis.....	71
2.4.1. Hipótesis general	71
2.4.2. Hipótesis específicas	71
2.5. Variables.....	72
2.5.1. Definición conceptual de las Variables.....	72
2.5.2. Definición Operacional de la Variable.....	72
2.5.3. Definición Operacional de la Variable.....	73
CAPÍTULO III.....	76
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	76
3.1. Método de investigación	76
3.2. Tipo de investigación	76
3.3. Nivel de la investigación.....	76
3.4. Diseño de la investigación	77
3.5. Población y muestra	79
3.5.1. Población	79
3.5.2. Muestra.....	79
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	79
3.6.1. Técnicas	79
3.6.2. Instrumentos	79

3.7. Procesamiento de la información	80
3.7.1. Obtención del Agua tratada.....	81
3.7.1.1. Ubicación Geográfica	81
3.7.1.2. Coordenadas Geográficas	81
3.7.1.3. Características del lugar.....	81
3.7.2. Materiales empleados para la acumulación de Agua tratada	82
3.7.3. Acumulación de agua tratada.....	83
3.7.4. Análisis fisicoquímico	83
3.8. Técnicas y análisis de datos	83
3.8.1. Agua	84
3.8.1.1. Análisis fisicoquímico del agua potable	84
3.8.1.2. Análisis fisicoquímico del agua tratada.....	84
3.8.2. Cemento	85
3.8.2.1. Ensayos Físicos del cemento Portland tipo I Andino	85
3.8.2.2. Análisis químico del cemento Portland tipo I Andino	86
3.8.3. Agregados Pétreos	87
3.8.3.1. Agregado fino.....	87
3.8.3.2. Ubicación de la cantera.....	87
3.8.3.3. Coordenadas Geográficas	87
3.8.3.4. Caracterización física del agregado fino.....	88
3.8.3.5. Agregado grueso.....	89
3.8.3.6. Ubicación de la cantera.....	89
3.8.3.7. Coordenadas Geográficas	89
3.8.3.8. Caracterización física del agregado grueso.....	89
3.8.4. Especificaciones Técnicas Peruanas para un concreto de 175 kg/cm ²	90
3.8.4.1. Resistencia a la compresión	90
3.8.4.2. Tamaño máximo Nominal del agregado grueso	91
3.8.4.3. Asentamiento (Slump).....	91
3.8.4.4. Volumen de agua unitario	91
3.8.4.5. Contenido de aire.....	92
3.8.4.6. Relación agua - cemento	92
3.8.5. Diseño de mezcla.....	93
3.8.5.1. Relación agua - cemento	93
3.8.5.2. Volumen de la pasta	94
3.8.5.3. Volumen absoluto de los agregados	94

3.8.5.4. Porcentajes de los agregados	94
3.8.5.5. Cálculo de volumen absoluto de los agregados	95
3.8.5.6. Cuadro de diseño para 175 kg/cm ²	95
3.8.6. Especificaciones Técnicas Peruanas para un concreto de 210 kg/cm ²	96
3.8.6.1. Resistencia a la compresión	96
3.8.6.2. Tamaño máximo Nominal del agregado grueso	96
3.8.6.3. Asentamiento (Slump).....	97
3.8.6.4. Volumen de agua unitario	97
3.8.6.5. Contenido de aire.....	98
3.8.6.6. Relación agua - cemento	98
3.8.7. Diseño de mezcla.....	99
3.8.7.1. Relación agua - cemento	99
3.8.7.2. Volumen de la pasta	99
3.8.7.3. Volumen absoluto de los agregados	100
3.8.7.4. Porcentajes de los agregados.....	100
3.8.7.5. Cálculo de volumen absoluto de los agregados	101
3.8.7.6. Cuadro de diseño para 210 kg/cm ²	102
3.8.1. Ensayos de la mezcla en estado fresco	102
3.8.1.1. Mezcla de Concreto	102
3.8.1.2. Trabajabilidad de la muestra	103
3.8.1.3. Aire incorporado en la muestra	104
3.8.1.4. Exudación en la muestra.....	104
3.8.1.5. Elaboración de probetas cilíndricas 6" x 12"	104
3.8.1.6. Propiedades del concreto endurecido	104
3.8.1.7. Ensayo a la resistencia a compresión	105
3.8.1.8. Permeabilidad de la probeta	106
CAPÍTULO IV	107
RESULTADOS	107
4.1. Parámetros fisicoquímicos del agua.....	107
4.1.1. Dureza total del agua	107
4.1.2. Dureza cálcica del agua.....	108
4.1.3. Alcalinidad del agua	109
4.1.4. Cloruros en el agua.....	110
4.1.5. Sulfatos en el agua	110
4.1.6. Conductividad en el agua.....	111

4.1.7. Sólidos disueltos en el agua.....	112
4.1.8. Sólidos suspendidos en el agua.....	112
4.1.9. Sólidos Totales en el agua.....	113
4.1.10. pH del agua.....	114
4.1.11. Turbidez del agua.....	115
4.1.12. Resumen de los resultados de los parámetros del agua.....	115
4.2. Análisis de los resultados.....	116
4.2.1. Control del asentamiento (Agua Potable).....	116
4.2.2. Control del contenido de Aire.....	118
4.2.3. Control corregido del contenido de Aire por agregado.....	120
4.2.4. Control la Exudación en el Concreto.....	123
4.2.5. Control de la Resistencia del Concreto 175 kg/cm ²	127
4.2.6. Control de la Resistencia del Concreto 210 kg/cm ²	131
4.3. Contratación de Prueba de Hipótesis.....	135
4.3.1. Prueba de Hipótesis - General.....	135
4.3.2. Prueba de Hipótesis - Específicas.....	141
CAPÍTULO V	149
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	149
5.1. Discusión de resultados con antecedentes.....	149
CONCLUSIONES	152
RECOMENDACIONES.....	153
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	154
ANEXOS.....	157

Índice de Tablas

Tabla 1. Principales compuestos químicos del cemento.....	31
Tabla 2. Características del cemento	34
Tabla 3. Valores de la resistencia del mortero	41
Tabla 4. Requisitos Químicos	45
Tabla 5. Especificaciones granulométricas para agregado grueso.....	45
Tabla 6. Límites de calidad para el agua tratada.....	68
Tabla 7. Cuadro de operacionalización de Variable Independiente	74
Tabla 8. Cuadro de operacionalización de Variable Independiente	75
Tabla 9. Metodología de recolección de datos.....	78
Tabla 10. Parámetros meteorológicos.....	82
Tabla 11. Reporte de Análisis de agua potable.....	84
Tabla 12. Reporte de Análisis de agua tratada.....	84
Tabla 13. Ensayos físicos ASTM.....	86
Tabla 14. Análisis químico del cemento Portland	86
Tabla 15. Caracterización física del agregado fino.....	88
Tabla 16. Caracterización física del agregado grueso	90
Tabla 17. Resistencia a la compresión	90
Tabla 18. Tamaño máximo y asentamiento	91
Tabla 19. Tamaño máximo nominal vs aire atrapado.....	92
Tabla 20. Relación entre agua-cemento	92
Tabla 21. Porcentajes de los agregados	94
Tabla 22. Diseño para 175 kg/cm ²	96
Tabla 23. Resistencia a la compresión	96
Tabla 24. Tamaño máximo y asentamiento	97
Tabla 25. Tamaño máximo nominal vs aire atrapado.....	98
Tabla 26. Relación entre agua-cemento	98
Tabla 27. Porcentajes de los agregados	100
Tabla 28. Diseño para 210 kg/cm ²	102
Tabla 29. Reporte general del Análisis de agua.....	115
Tabla 30. Asentamiento con agua potable N°01.....	116
Tabla 31. Asentamiento con agua potable N°02.....	117
Tabla 32. Asentamiento con agua tratada N°01.....	117
Tabla 33. Asentamiento con agua tratada N°02.....	117
Tabla 34. Valores ensayados del asentamiento.....	117
Tabla 35. Trabajabilidad de la muestra.....	118
Tabla 36. Incorporación de aire con agua potable N°01.....	119
Tabla 37. Incorporación de aire con agua potable N°02.....	119
Tabla 38. Incorporación de aire con agua tratada N°01.....	119
Tabla 39.- Incorporación de aire con agua tratada N°02	120
Tabla 40. Humedad corregida con agua potable N°01	121
Tabla 41. Humedad corregida con agua potable N°02	121

Tabla 42. Humedad corregida con agua tratada N°01	121
Tabla 43. Humedad corregida con agua tratada N°02	122
Tabla 44. Valores ensayados del contenido de aire	122
Tabla 45. Exudación de la mezcla con agua potable N°01	123
Tabla 46. Exudación de la mezcla con agua potable N°02.....	124
Tabla 47. Exudación de la mezcla con agua tratada N°01.....	125
Tabla 48. Exudación de la mezcla con agua tratada N°02.....	125
Tabla 49. Valores ensayados de la exudación	126
Tabla 50. A los 7 días de vaciado - Agua Potable	127
Tabla 51. A los 14 días de vaciado - Agua Potable	127
Tabla 52. A los 28 días de vaciado - Agua Potable	128
Tabla 53. A los 7 días de vaciado - Agua Tratada	128
Tabla 54. A los 14 días de vaciado - Agua Tratada	128
Tabla 55. A los 28 días de vaciado - Agua Tratada	129
Tabla 56. Valores ensayados para la resistencia de 175 kg/cm ²	129
Tabla 57. Variación de la resistencia de 175 kg/cm ²	130
Tabla 58. Valores ensayados para la resistencia de 175 kg/cm ²	130
Tabla 59. A los 7 días de vaciado - Agua Potable	131
Tabla 60. A los 14 días de vaciado - Agua Potable	131
Tabla 61. A los 28 días de vaciado - Agua Potable	132
Tabla 62. A los 7 días de vaciado - Agua Tratada	132
Tabla 63. A los 14 días de vaciado - Agua Tratada	132
Tabla 64. A los 28 días de vaciado - Agua Tratada	133
Tabla 65. Valores ensayados para la resistencia 210 kg/cm ²	133
Tabla 66. Variación de la resistencia de 210 kg/cm ²	134
Tabla 67. Valores ensayados para la resistencia de 210 kg/cm ²	135

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1.- Hormigón Simple.....	28
Ilustración 2. Proceso de producción del cemento.....	30
Ilustración 3. Obtención de materias primas.....	31
Ilustración 4. El agua de Mezclado.....	58
Ilustración 5. Mezcla con trompito.....	65
Ilustración 6. Prueba Slump.....	66
Ilustración 7. Comparación Estadística.....	77
Ilustración 8. Unidad del análisis.....	78
Ilustración 9. Proceso de obtención del agua de PTAR.....	80
Ilustración 10. Proceso de Evaluación.....	83
Ilustración 11. Cemento andino Tipo I.....	85
Ilustración 12. Peso unitario compactado 175kg/cm ²	95
Ilustración 13. Peso unitario compactado.....	101
Ilustración 14. Dureza Total de agua.....	108
Ilustración 15. Dureza Cálctica de agua.....	108
Ilustración 16. Alcalinidad del agua.....	109
Ilustración 17. Cloruros en el agua.....	110
Ilustración 18. Sulfatos en el agua.....	111
Ilustración 19. Conductividad en el agua.....	111
Ilustración 20. Solidos disueltos en el agua.....	112
Ilustración 21. Solidos suspendidos en el agua.....	113
Ilustración 22. Solidos totales en el agua.....	113
Ilustración 23. pH del agua.....	114
Ilustración 24. Grado de Turbidez del agua.....	115
Ilustración 25. Análisis del contenido de aire.....	123
Ilustración 26. Análisis del contenido de aire.....	126
Ilustración 27. Análisis de la resistencia 175 kg/cm ²	129
Ilustración 28. Análisis de la resistencia 210 kg/cm ²	133
Ilustración 29. Trabajabilidad de la mezcla.....	137
Ilustración 30. Contenido de aire de la mezcla.....	138
Ilustración 31. % Variación de la Mezcla.....	140
Ilustración 32. Trabajabilidad de la mezcla Slump.....	142
Ilustración 33. Exudación de la mezcla.....	144
Ilustración 34. Resistencia a compresión de 175 kg/cm ²	146
Ilustración 35. Resistencia a compresión de 210 kg/cm ²	148

Índice de Fotografías

Fotografía 1. Extracción del agua de PTAR.....	81
Fotografía 2. Características del lugar.....	82
Fotografía 3. Acumulación de agua tratada.....	83
Fotografía 4. Análisis del agregado fino	87
Fotografía 5. Imagen satelital de la Cantera de Pilcomayo	88
Fotografía 6. Análisis del agregado grueso	89
Fotografía 7. Asentamiento del concreto.....	91
Fotografía 8. Mezcla en estado fresco	93
Fotografía 9. Slump de 4".....	97
Fotografía 10. Preparación de la mezcla para control de la trabajabilidad.....	99
Fotografía 11. Pesaje de los agregados.....	100
Fotografía 12. Mezcla en estado fresco	102
Fotografía 13. Elaboración del concreto premezclado	103
Fotografía 14. Control del premezclado	103
Fotografía 15. Probetas elaboradas para control a la compresión	105
Fotografía 16. Roturas de Probetas	105
Fotografía 17. Probetas en curado	106

Resumen

La investigación parte de la problemática: ¿De qué manera la incorporación de aguas tratadas de PTAR influye en las propiedades de los concretos premezclados, Huancayo 2019? El objetivo principal es: Determinar el efecto que produce la incorporación de aguas tratadas de PTAR en las propiedades de los concretos premezclados, Huancayo 2019; la Hipótesis principal: La incorporación de aguas tratadas de PTAR variaría en las propiedades de los concretos premezclados, Huancayo 2019.

El método de investigación es científico, el tipo es Aplicada, nivel Explicativo, diseño experimental. La población corresponde a los diseños de concreto premezclado con un asentamiento de 4" un tamaño máximo nominal de 3/4", para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm².

Como conclusión principal se determinó que el agua tratada del PTAR de Huachac varia mínimamente en las propiedades en estado fresco, pero en estado endurecido no presenta una variación significativa por presentar una reducción de 0.65% en la resistencia a la compresión.

Palabras clave: Concreto, agua tratada, propiedades, premezclado.

Abstract

The research starts from the problem: In what way does the incorporation of treated water from WWTP influence the properties of ready-mixed concretes, Huancayo 2019? The main objective is: To determine the effect that the incorporation of treated water from WWTP produces in the properties of ready-mixed concretes, Huancayo 2019; Main Hypothesis: The incorporation of treated water from WWTP would vary in the properties of ready-mixed concretes, Huancayo 2019.

The research method is scientific, the type is Applied, Explanatory level, experimental design. The population corresponds to ready-mix concrete designs with a 4" Slump, a nominal maximum size of 3/4", for a compressive strength of 210 kg / cm².

As a main conclusion, it was determined that the treated water of the Huachac WWTP varies minimally in the properties in the fresh state, but in the hardened state it does not present a significant variation because it presents a reduction of 0.65% in the compressive strength.

Keywords: Concrete, treated water, properties, premix.

Introducción

La presente tesis está basada sobre la incorporación de agua tratada de PTAR de Huachac a fin de poder analizar cómo es el comportamiento de esta agua tratada en relación a las propiedades en estado fresco y en estado endurecido, ya que el uso desmedido de la fuente agua potable en la utilización de concretos convencionales o premezclados hace que este recurso sea restringido para todos los pobladores de nuestra región, según la EPS SEDAM HUANCAYO S.A. *“población agota en solo seis horas la producción total de agua potable proyectada para 12 horas”*.

En nuestra ciudad el sistema constructivo ha presentado un auge por las inversiones económicas que presenta nuestra ciudad, la cual busca poder reemplazar recursos naturales de nuestro medio como agregados y fuentes de agua para poder mitigar efectos consecuentes por nuestro uso desmedido de estos recursos no retornables.

En países de Europa para la construcción de estructuras de concreto utilizan aguas no consumibles para la fabricación de esta mezcla, logrando obtener un concreto viable y pueda cumplir con sus estándares de serviciabilidad según los diseños elaborados.

La investigación para su mayor comprensión consta de cinco capítulos, analizados y distribuidos de la siguiente manera:

EL CAPÍTULO I.- Se detalla el planteamiento del problema, el problema general, los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos de la investigación, la justificación de la investigación y las limitaciones de la investigación.

EL CAPÍTULO II.- Se desarrolla los antecedentes internacionales, nacionales de la investigación, el marco teórico, las bases teóricas, las definiciones conceptuales, formulación de hipótesis general y específica.

EL CAPÍTULO III.- Se detalla la metodología empleada de la investigación, las variables independiente y dependiente, el método, el tipo, el diseño de la investigación, la población, la muestra y la operacionalización de variables.

EL CAPÍTULO IV.- Presenta el desarrollo de los resultados donde se realiza los resultados obtenidos en el laboratorio y su proceso de cálculo para su análisis representativo.

EL CAPÍTULO V.- Se presenta la discusión de resultados.

Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el mundo, el uso del agua se ha vuelto de vital importancia ya que con el aumento poblacional hace que este recurso sea escaso en muchos lugares, este líquido elemento es vital para el desarrollo de la vida en nuestro planeta lo que lo hace aún más importante como lo menciona Ban Ki-moon secretario general de la naciones unidas en el 2014 expreso: *“La escasez del agua se ha convertido en uno de los mayores desafíos para el ser humano ya que un promedio de 20 años 2 000 millones de seres humanos tendrán que enfrentarse a la escasez en las partes como Azerbaiyán parte de Asia y Europa”*, puesto a que solo el 2% del agua en nuestro planeta es agua dulce siendo un gran costo la conversión del agua salada en agua dulce.

Las construcciones en nuestra ciudad han presentado un agujero muy significativo según la publicación del 01/06/2017 del diario Correo con titulada *“El 80% de construcciones en Huancayo se realizan sin controles de recursos”* donde el Gerente de Desarrollo Urbano de la Municipalidad de Huancayo Julio Balvín Méndez manifiesta: *“El 80% de las construcciones son informales de acuerdo a la Ley N°20090”*, lo cual lleva a un uso desmedido de recursos naturales como el Agua.

En el distrito de San Jerónimo de Tunan perteneciente a la provincia de Huancayo según la publicación del 18/01/2017 del diario Correo titulada: *“Pobladores del norte de Huancayo tienen solo dos horas de agua y en mal*

estado” Fredy Torres Campos presidente de la Asociación de Gestión del sistema de Saneamiento Básico manifiesta: *“Necesitamos proyectos hídricos integrales, porque el agua que consumimos ahora incluso no está tratada como debe ser, tal como lo constatamos en una reciente visita al reservorio, donde encontramos incluso desechos”*.

Entonces sabemos que el sistema constructivo en nuestra ciudad no va a cambiar por tener fines económicos y lo cual conlleva a un desarrollo social, pero entonces me planteo a buscar una alternativa para cambiar en la utilización del agua potable con un agua tratada de PTAR la cual conllevaría también a un constante mantenimiento en las plantas de tratamiento mejorando e implementando su proceso de tratamiento, las aguas tratadas del PTAR de Huachac cumplieron con los estándares de calidad de agua para el uso en el concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 como se detalla en el desarrollo de esta investigación.

1.2. Formulación del problema

La importancia del agua para la fabricación del concreto es de suma importancia y esto repercute también en la calidad del concreto fabricado es por ello que se ha buscado una alternativa de reemplazo del agua potable a el uso de agua tratada en plantas de tratamientos de agua residuales analizando las variaciones en las propiedades como la resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 .

1.2.1. Problema general

¿De qué manera la incorporación de aguas tratadas de PTAR interviene en las propiedades de los concretos premezclados, Huancayo 2019?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cómo las aguas tratadas de PTAR varia la trabajabilidad de los concretos premezclados, Huancayo 2019?

- b) ¿De qué manera las aguas tratadas de PTAR interviene en la exudación de los concretos premezclados, Huancayo 2019?
- c) ¿Cómo varía las aguas tratadas de PTAR, la resistencia a la compresión de los concretos premezclados, Huancayo 2019?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación práctica

“Se pretende en la investigación el poder resolver un problema real y de ser el caso tenga relación con otros problemas prácticos” (Hernández, Fernández, & Lucio, Metodología de la Investigación, 2006).

La justificación practica corroborará el bienestar y la conservación de este recurso y poder implementar alternativas en reemplazo del agua potable que puedan cumplir los parámetros requeridos en la fabricación de un concreto óptimo.

1.3.2. Justificación científica

La presente tesis se justifica científicamente porque se utilizará un diseño de concreto premezclado convencional con la utilización de agua potable y un concreto con aguata tratada de PTAR con el fin de poder analizar sus propiedades en estado fresco y en estado endurecido la cual estará regida a un comportamiento de los agregados pétreos utilizados de la cantera de Pilcomayo y basados en la normativa del manual de ensayo de materiales.

1.3.3. Justificación metodológica

Para poder lograr el objetivo de la tesis, se han empleado instrumentos mecánicos para poder medir la variable independiente Agua tratada de PTAR (% de partículas suspendidas, % dureza del agua, alcalinidad, cloruros y sulfatos) y su efecto en la variable dependiente (Trabajabilidad, exudación, resistencia a la compresión): Los instrumentos aplicados en la en la medición de la variable independiente,

busca poder cumplir con las especificaciones establecidas en el manual de ensayo de Materiales).

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación Espacial

La delimitación espacial para la presente investigación, se realizó con el agua tratada del PTAR del distrito de Huachac provincia de Chupaca región Junín, los agregados de la cantera de Pilcomayo, para un concreto premezclado propio de nuestra zona la cual es sometidos a cambios climáticos.

1.4.2. Delimitación Temporal

La delimitación temporal de la presente investigación fue obtenida para el análisis del agua desde el mes de mayo del 2019, para luego realizar los ensayos a la mezcla los cuales se desarrollaron en los meses junio, julio y agosto también del mismo año logrando recolectar información y procesar los resultados obtenidos la investigación toma un tiempo de 14 meses poder realizarlo.

1.4.3. Delimitación Económica

Esta investigación presenta una delimitación económica al no realizarse ensayos tecnológicos como la gammagrafía y la tomografía en el concreto que tiene un costo de \$2,500.00 (Dolares Americanos) según el artículo científico: *“Gamma-Ray Inspection of Post Tensioning Cables in a Concrete Bridge”* siendo un costo muy elevado para el investigador, lo cual nos habría ayuda a interpretar la adherencia y su comportamiento del agua/agregado en el aspecto químico.

1.5. Limitaciones

1.5.1. Limitación espacial

El investigador desarrolló en la investigación basado en las investigaciones de concretos premezclados modificados, lo cual nos presenta una limitación espacial por solo cubrir una zona de influencia ya que las plantas de tratamiento de aguas residuales varían en su composición y proceso según su diseño y antigüedad de construcción, la cual conlleva a poder analizar otras fuentes.

1.5.2. Limitación temporal

El Tesista desarrolló la presente investigación entre el periodo comprendido del mes de marzo de 2019 al mes de julio del 2020. Donde se desarrolla el análisis y su comportamiento del agua tratada en el concreto premezclado

1.5.3. Limitación económica

Las limitaciones económicas que presento esta investigación son la existencia de ensayos como la gammagrafía, la tomografía por tener un costo muy elevado y fuera de los alcances para el investigador. Asimismo, el poder conseguir un laboratorio certificada por INACAL (Instituto Nacional de Calidad), ya que en nuestra ciudad no se cuenta con todas las certificaciones y llevar muestras para laboratorios certificados están fuera del alcance del investigador.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Determinar el efecto que produce la incorporación de aguas tratadas de PTAR en las propiedades de los concretos premezclados, Huancayo 2019.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la variación de la trabajabilidad a la incorporación de aguas tratadas de PTAR en concretos premezclados, Huancayo 2019.
- b) Evaluar la exudación a la incorporación de aguas tratadas de PTAR en concretos premezclados, Huancayo 2019.
- c) Determinar la variación de la resistencia a la compresión a la incorporación de aguas tratadas de PTAR en concretos premezclados, Huancayo 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Nacionales

(Aliaga Quispe, 2017) presento la tesis de pregrado **Titulado:** Influencia del agua tratada sobre las propiedades físicas del concreto para las provincias de Concepción, Chupaca y Jauja, el cual fija como **objetivo general:** Determinar cómo es la influencia del agua tratada en las propiedades físico - mecánicas de un concreto en las provincias de Concepción, Chupaca y Jauja, empleando la **metodología** con un método científico, del tipo Aplicada, nivel explicativo y un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Se elaboraron 48 probetas 225 kg/cm² para un control sobre la resistencia a la compresión, y finalmente **concluyo:** El empleo de las aguas recicladas en la producción de un concreto ayuda a contribuir con la conservación de este recurso en la región. El aporte de esta investigación es que nos muestra que el empleo de las aguas tratadas en el concreto contribuye en la conservación del recurso.

(Díaz Rodríguez, 2017) presento la tesis de pregrado **Titulado:** Influencia del agua potable, río y mar en la resistencia a compresión de un concreto convencional no estructurado, para la construcción de aceras en la ciudad de Trujillo, el cual fija como **objetivo general:**

analizar y/o comparar los resultados sobre la prueba del laboratorio para una resistencia evaluada a la compresión, empleando la **metodología** cuantitativa de tipo Aplicada relacionada sobre la investigación básica, obteniendo un **resultado**: Obteniendo que con el uso de variantes de poca comercialización como: Agua salada (Mar), agua de río (dulce), curado en bolsa (dulce), y finalmente **concluyo**: Los valores obtenidos a la resistencia a la compresión se encontraron comprendidos entre los 220 kg/cm² a 230 kg/cm². El aporte de esta investigación es que nos representa a la resistencia de un concreto con agua distinta al agua potable, son favorables.

(Cardenas Saavedra, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado**: Sustitución del recurso agua potable en la fabricación del concreto por agua residual tratada en Lima Norte, el cual fija como **objetivo general**: Determinar el comportamiento físico – mecánico del concreto, ya sea en estado fresco como en sus propiedades en estado endurecido, empleado en la elaboración de concreto con agua residual tratada, empleando la **metodología** cuantitativa de tipo Aplicada de nivel explicativo y aplicando un diseño experimental, obteniendo como **resultado**: se obtuvo resultados de 12 probetas obteniendo un valor aproximado de 175 kg/cm², y finalmente **concluyo**: Al incorporar agua tratada en la mezcla del concreto se tuvo una reducción de la exudación en un porcentaje de 8.33% en el PTAR Santa Rosa y en el PTAR CITRAR UNI de 2.56%. El aporte de esta tesis es que nos muestra que la exudación en el concreto varia cuando utilizas el agua tratada con respecto al agua potable.

2.1.2. Antecedentes internacionales

(Dieguez Perales, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado**: Propiedades físicas del concreto elaborado con agua residual tratada, el cual fija como **objetivo general**: Determinar la interviene los constituyentes sobre las propiedades físicas -mecánicas de un concreto y sobre su utilización en la industria constructiva, empleando la

metodología cuantitativa con una aplicación vinculada a la investigación básica, obteniendo como **resultado**: El agua utilizada en la planta concretera fue la misma evaluada en laboratorio y su aplicación fue semejante a las estructuras construidas en la ciudad de Teques, y finalmente **concluyo**: Los concretos realizados con el agua potable fueron superiores en un 10% en relación al concreto con agua tratada. El aporte que nos muestra esta tesis es que la variación de los resultados que se obtiene del concreto con agua potable y agua tratada es 10%.

(Cardenas Saavedra, 2018) presento la tesis de pregrado **Titulado**: Efectos de la calidad del agua en la resistencia del concreto, el cual fija como **objetivo general**: Determinar el comportamiento del concreto, en la propiedad de la resistencia a la compresión a los 28 días, empleando la **metodología** cuantitativa con un tipo aplicada con un nivel Explicativo aplicando un diseño Experimental, obteniendo como **resultado**: La pérdida de resistencia para los 28 días es mayor en el concreto elaborado con agua tratada, y finalmente **concluyo**: Las propiedades en estado fresco disminuyen en un 10% y las propiedades en estado endurecido se reducen en 10%. El aporte que se tiene de la tesis es la variación de un concreto elaborado con agua potable y agua tratada sufre una variación de 10% tanto en estado fresco y estado endurecido.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Materiales para construcción y mejoramiento

a) Tecnología de concreto simple.

El concreto de baja resistencia es de una mezcla proporcional de los agregados grueso, agregados finos, cemento Portland y agua.

Ilustración 1.- Concreto Simple



Fuente: (Bricomania, 2014)

- I. Pasta: Denominado por la combinación de agua y cemento.
- II. Mortero: Es la mezcla de agua, cemento y arena.
- III. Concreto: Denominado así a la unión de agua, cemento, arena y grava.
- IV. Concreto ciclópeo: Es la combinación de piedras de gran tamaño (rajón o cantos rodados) concreto.
- V. Concreto Armado: dicho concreto contiene varillas de acero de refuerzo (Aliaga Quispe, 2017, pág. 45)

b) El cemento

Según las NTP, el cemento es un conglomerante de forma pulverizada que con la combinación de un porcentaje apropiada de agua forma una mezcla que puede endurecerse con el transcurso del tiempo y en contacto con el aire y el agua. El cemento contiene: cal, alúmina, sílice y óxido de hierro. Existe diversidad de cementos, de características diferentes según los materiales usados durante su producción y para los usos destinados. (Arce Jáuregui, 2013, pág. 125)

2.2.2. Tecnología

La producción de cemento usando la tecnología básica ha sido un poco estable. Hasta principios del siglo, inicialmente en la producción del cemento se usaron, hornos verticales. Cuando se produjo la introducción a la industria los hornos (rotatorios horizontales), se trazó un paso importante

en la producción de la piedra caliza. Se distinguen dos modalidades diferentes en la producción de cemento, por las características del material se ingresa a los fogones: cuando estas materias son llevadas a los hornos estos forman una suspensión media acuosa que se considera vía húmeda y cuando la mezcla entre (caliza y arcilla) sin agua de refuerzo será una vía seca. (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 88).

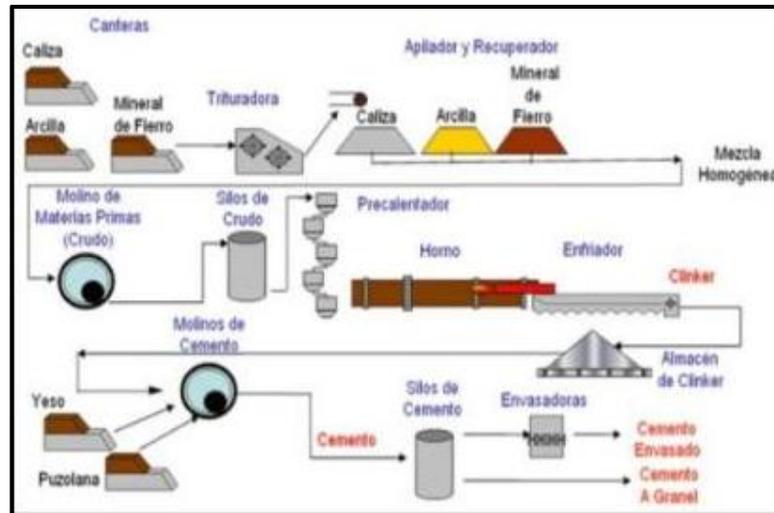
La "vía húmeda" es el proceso más usado por la mayoría de las plantas de concreto, la tendencia mundial, es usar el proceso seco. La aplicabilidad de los métodos de que son empleados dependiendo de su humedad y su composición química de toda la materia utilizada ya que este parámetro es muy importante: entre los costos de producción, entre otras razones. En el proceso "vía húmeda", la temperatura por peso de tonelada de cemento procesado, sin embargo, el consumo de energía de calor por kilo con un parámetro de 900 – 1.100 Kilo-calorías en la vía seca. A nivel internacional, la tecnología básica de fabricación de cemento se asemeja a lo empleado en otros países. Pero existen incompatibilidades que logran la producción de mayor eficiencia para diferentes países, siendo su costo sobre su capital sea mayor. Por ejemplo, cuando se utilizan los equipos llamados pre calentadores o pre calcinadores, los que pueden ser rentables a largo plazo expresan una inversión alta, siendo de gran economía de combustible en los hornos de refuerzo (Alasino, 2010, pág. 65).

2.2.3. Proceso productivo

La producción de cemento usando la tecnología básica ha sido un poco estable. Hasta principios del siglo, inicialmente en la producción de todo el Clinker donde se usaron, hornos verticales. Cuando se produjo la introducción a la industria hornos rotatorios de forma horizontal, se determinó un paso importante en la técnica de la cocción de caliza. Se distinguen dos modalidades diferentes en el proceso general de producción de cemento, para las características de una mezcla con la que se ingresa a los hornos: cuando dichas materias son colocadas en el horno formando así una suspensión media acuosa que se considerará como una vía

húmeda a través de la mezcla de arcilla y caliza sin mucha adición de agua para que se realice una vía húmeda que será como refuerzo a una vía seca. (Bermeo Castillo & Sabtin Torres, 2010, pág. 126).

Ilustración 2. Proceso de producción del cemento



Fuente: (Herrera, 2018)

- I. Extracción y transporte (arcilla y caliza) siendo estas materias primas derivada hasta la planta.
- II. La arcilla y caliza será procesada por una mezcladora.
- III. Auto alimentación del horno para la calcinación de una mezcla para el horno para la obtención del Clinker.
- IV. Trituración de clinkler y adiciones.
- V. Empaque para su posterior almacenamiento.

Dichos procedimientos básicos de los cementos (Portland) son los siguientes:

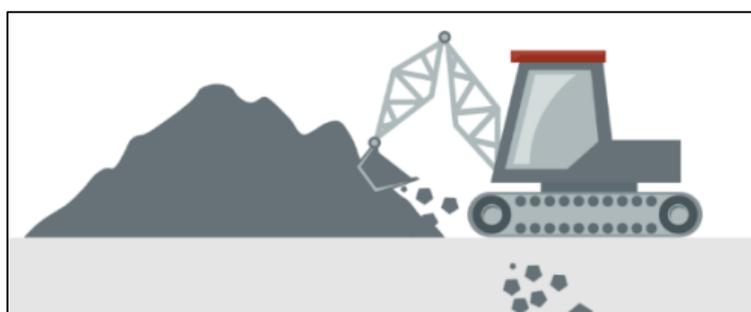
a) Extracción y transporte de las materias (arcilla y caliza) trasladadas a planta.

Se inicia la fase de producción del cemento con la extracción de la piedra caliza y la arcilla, primordiales materias primas. La extracción de piedra caliza y la arcilla se realiza en canchales y/o depósitos naturales, según la dureza o cohesión que muestren los materiales y con disposición de los mismos, existen varios sistemas de explotación siendo el más

sencillo con taladros manuales y los más complicados con sistemas de voladura y perforación.

Se carga el material extraído, haciendo uso de maquinaria pesada, para luego ser transportada de cantera y ser llevados a la planta. Especialmente en las zonas de una topografía accidentada, se utiliza los cables aéreos como medio de transporte. Para llevar un material molido mezclado al 50 % con una dosificación de agua al 50% que será como una manera de derivar por una tubería que servirá como refuerzo y servirá como transporte en la tubería o pasto ducto. (Alasino, 2010, pág. 75).

Ilustración 3. *Obtención de materias primas.*



Fuente: (OFICEMEN)

b) La materia prima es procesada por molienda.

Se reducirá por trituración el tamaño de la materia prima extraída con dimensiones de partículas de 0.5 m hasta 1 m que serán procesadas en 2 o 3 etapas, quedando partículas con dimensiones de 0.5 a 2 cm. (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 45)

Inicialmente las calizas y arcillas se pre mezclan. Se podrá decir entonces, a través de la composición química del cemento portland que permitirán un refuerzo sobre las principales características del material. (Arce Jáuregui, 2013, pág. 125)

Tabla 1. *Principales compuestos químicos del cemento*

COMPUESTO QUÍMICO	COMPOSICIÓN	RANGO
Óxido de hierro	Fe ₂ O ₃	0.5 - 6.0%

Oxido de magnesio	MgO	0.1 - 4.0%
Anhídrido sulfúrico	SO ₃	1 - 3%
Álcalis	Na ₂ O + K ₂ O	1.2 - 1.3%
Alúmina	Al ₂ O ₃	3 - 8%
Sílice	Si O ₂	17 - 25%
Cal	CaO	60 - 67%

Fuente: Instituto Nacional de Vías.

Para transportar la mezcla resultante de los centros de acopios de los materiales insitu que serán generalmente llevados a través de banda a unos molinos giratorios, del cual las barras metálicas y bolas, prosigue reduciendo las dimensiones iniciado en las plantas trituradoras, en dimensiones (menor 0.5 mm). En dicha etapa se establece sobre primera diferencia notoria entre los dos principales sistemas de producción de cemento: la vía seca de refuerzo y la vía húmeda. (Bermeo Castillo & Sabtin Torres, 2010, pág. 100).

La dosificación a través de la vía seca utilizada por el secado de los materiales y en la molienda se planteará sin la incorporación de agua. Ya que de esta manera sobre el material utilizado en las moliendas serán depositadas sobre los silos, a través de los cuales que, por un proceso de agitación por el método del aire, se homogeneiza.

En la vía húmeda, después de dosificadas las materias primas en la molienda, se incorporará agua al molino. Por este medio el material resultara que de los molinos utilizados y que producen un lodo que es llevado por una tubería y regulado (como en todo el proceso) es depositado a grandes tanques llamados balsas. El agua utilizada en esta preparación facilita mucho el proceso de mezclado y sobre el transporte de las tuberías ya que para ser colocados en las balsas y comenzar la etapa de la calcinación se deberá de dejar sedimentar sobre grandes depósitos denominados es pesadores y con la incorporación de agua es extraída desde la parte superior y el lodo es depositado en la parte del fondo. Este lodo muy eventualmente presenta demasiada agua por lo que se determina que se deberá de realizar un proceso de filtración sobre los materiales utilizadas en los silos o también denominadas balsas.

(Cardenas Saavedra, 2018, pág. 145)

c) Alimentación del horno y obtención del clinker.

Para la obtención del clinker es importante que el proceso se realice, ya que en este proceso es donde se produce las diferentes transformaciones más importantes que tendrán como resultado sobre el cemento y las diferentes propiedades de un concreto hidráulico de refuerzo (Bricomania, 2014, pág. 136).

El proceso de cocción se realiza en depósitos giratorios de forma inclinada donde ingresa la mezcla sobre la parte superior y la parte baja ubicando posteriormente partes con temperatura alta y llegando así hasta la parte final en donde se encontrará con el fuego, con una temperatura máxima de 1.450°C, es ahí donde se combinan varios de los elementos y formaran granos de dimensiones de 1 a 3 cm, conformando el clinker. Detrás de la llama, ya en los últimos metros del horno, este clinker va perdiendo su temperatura. Entonces da inicio al proceso de enfriamiento a través de los equipos especiales de refuerzo. (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 105).

d) Trituración de clinkler y adiciones.

La finura del cemento está determinada por la gradación del clinker molida en los molinos que trabajan a través de una vía seca. Para poder utilizar dicho cemento con todas sus propiedades deberá cumplir una finura establecida de modo que se produzca una buena hidratación de las partículas. Es por ello que en esta etapa se realiza el aumento de yeso en pequeñas cantidades, para poder controlar el tiempo de endurecimiento del cemento de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 65).

e) Empaque para su posterior almacenamiento.

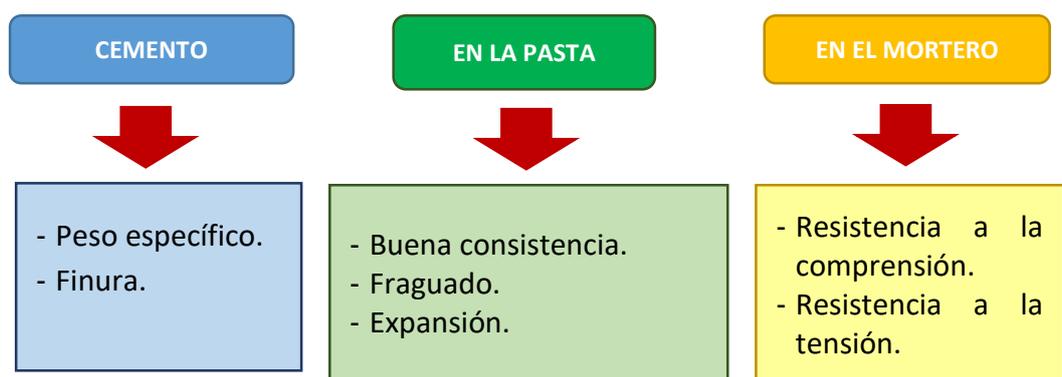
Se expende el cemento empaquetado o al granel. El cemento generalmente de refuerzo que se va a empaquetar pasando directamente

sobre los equipos envasadores y se colocaran en bolsas de 42.50 kg. Llegando a los mercados de la construcción en ventas de granel, en bolsas de cemento o en almacenamiento en silos especiales para la cubicación de la misma. (Díaz Rodríguez, 2017, pág. 205).

2.2.4. Características del cemento

La característica de los cementos estará determinada por las materias primas empleadas en su fabricación, existen diversas clases en cementos. Una de las más conocidas, es el cemento portland en cual está clasificado por el mercado por ser portland tipo I, portland tipo II, portland tipo III, portland tipo IV. Estos se diferencian de los unos a otros por el proceso de fabricación donde se utiliza proporciones de los materiales o componente haciendo que cada tipo de portland presente diferentes características o comportamientos especiales y sean de usos diferentes (por ejemplo, unos serán de comportamiento especial sobre aguas saladas, otros con un fraguado más rápido). Al utilizar el cemento en las diferentes mezclas de hormigón deberá cumplir unas características y propiedades donde dichos valores deberán estar comprendidas dentro de límites (denominados especificaciones de calidad). Por medio de ensayos de laboratorio, se hallan las características. Los más importantes son de refuerzo (Limon Medina, 2016, pág. 78).

Gráfico 1. Características del cemento



Fuente: Instituto Nacional de Vías

Se necesita siempre el dato para la determinación de las diferentes proporciones de la mezcla, para dicha determinación (peso específico) del cemento. Presentarán otras características que deberán cumplir sobre los

valores establecidos en las especificaciones. Es por ello que a través de los ensayos de laboratorio se podrá determinar las diferentes características del cemento utilizado. (Civilgeeks, 2019, pág. 98).

a) Características Químicas

Las características químicas son importantes, ya que influye en el tipo de cemento utilizado sobre las características a utilizar, previniendo que las diferentes cantidades de impurezas de los compuestos químicos no alteren su composición final tales como el óxido de magnesio (< 3%) y anhídrido sulfúrico (< 5%). El cemento puro, mediante ensayos químicos de laboratorio se determinan los componentes químicos (principalmente óxido). (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 102).

I. Ensayo de envejecimiento: El desarrollo de este ensayo es de fácil empleo ya que estará determinado por las características químicas de los cementos. Por medio de este, se determina si un cemento es viejo, si ha sido adulterado o si ha sido almacenado de forma incorrecta. Para este ensayo se toma una porción mínima de cemento y después se coloca a 1.000°C en un crisol. La muestra es extraída y pesada para luego ser calculada mediante pesos el porcentaje de pérdida de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 145)

$$\% \text{ pérdidas al fuego} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

W_f = peso final de la muestra.

W_i = peso inicial de la muestra.

El ensayo de envejecimiento debe resultar menor del 4%. Sobre la pasta del mortero se puede determinar propiedades del cemento.

b) Características Físicas

Se hacen principalmente dos ensayos de refuerzo en el cemento puro. (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 65).

I. Finura del cemento: Se sabe que a menor finura se aprovechará mayor la hidratación y será más rápida, siendo muy importante determinarla, por lo que, en menor tiempo se desarrollará mayor resistencia. Los cementos con granos de mayor dimensión no permitirán un buen desarrollo de la resistencia es debido a que el agua empleada no sería suficiente para llegar a hidratar cada gramo de cemento. El grado de finura del cemento está determinado a través de métodos indirectos o también por métodos directos. Siendo los métodos indirectos los más precisos por ende los más empleados. En los cementos se determina las diferentes propiedades como el área superficial (cm^2/gr), el cual consisten en poder medir el área de los diferentes granos y ser dividida por el peso expresado en gramos. Siendo así que entre más fino sea el cemento aumentara la superficie específica. Se pueden utilizar cualquiera de estos dos aparatos para realizar este ensayo: el permeámetro de Blaine de refuerzo y el turbidímetro de Wagner. Según la Norma Icontec 226, para los métodos directos se utilizara el tamiz N°200, donde se pesará el material retenido en dicha malla y será expresada en porcentaje en relación al peso total de la muestra analizada. Donde establece que el material retenido no deberá ser menor del 15% en el tamiz No. 200. (Arce Jáuregui, 2013, pág. 78).

El turbidímetro de Wagner está basada sobre la turbidez en una suspensión sobre el cemento líquido evaluado a lo largo atravez del tiempo y sobre la ley de Stokes, que podrá relacionar esta vez sobre la sedimentación de partículas. Dado que se va a evaluar sobre la sedimentación de la parte más fina de la mezcla, si el cambio sobre la turbidez solo medirá en un solo punto este tomará mucho más tiempo. Es por ello que, para poder evitar estos inconvenientes, dicho dispositivo permitirá que el rayo se propague desde una superficie libre a todo el depósito de sedimentación hasta el fondo del tanque de sedimentación, por lo que la prueba solo toma unos minutos. (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 145).

La calibración del instrumento se realiza a través de una muestra común proporcionada por la Oficina Nacional de Estándares, que muestra su superficie designada. Las reglas estipulan la fórmula requerida por el turbidímetro debería ser ($> 1.600 \text{ cm}^2/\text{g}$). El método aplicado por Blaine está basado por la medición sobre la permeabilidad del aire a través de una capa o superficie de cemento puesta sobre determinados grados de compactación. La muestra se coloca en el instrumento Blaine de forma estandarizada y se podrá determinar por el tiempo que tardaría un líquido regulado en pasar por dos puntos diferentes siendo la superficie específica calculada de la siguiente manera:

$$S = [sp/(tp)^{1/2}](T)^{1/2} = K(T)^{1/2}$$

K = Constante de calibración del aparato de Blaine.

S = Superficie específica M.E (cm^2/g).

Sp = Superficie especificada M.P (cm^2/g).

T = Tiempo M.E (Sg).

Tp = Tiempo M.P (Sg).

Según la norma la S.E evaluada a través del permeámetro de Blaine establece un valor mínimo de ($2.800 \text{ cm}^2/\text{g}$) de refuerzo. (Canto Clemente & Mallcco Huayanay, 2019, pág. 142)

- II. Peso específico del cemento:** El propósito de esta prueba es comprender las características más relevantes de todo material, por ejemplo, el peso específico utilizado también para poder calcular la proporción de mezclas de concreto. Los instrumentos de laboratorio utilizados en esta prueba son: un frasco de le chatelier, balanzas analíticas, embudos y otros. Las muestras utilizadas deben ser representativas del cemento utilizado en un trabajo determinado. Se deben pesar 64 gramos de barras de acero. (Cruzado Guevara & Li Zavaleta, 2015, pág. 120).

Fórmula para calcular el P.E (cemento):

$$P.E = \frac{64g}{(l_f - l_i)cm^3}$$

El P.E (cemento) deberá encontrarse en el rango de 3.0 y 3.15.

c) Características de la pasta

Se realizan 3 pruebas principales: fraguado, consistencia normal y extensión auto clave.

- I. **Consistencia normal de la mezcla:** Este ensayo es realizado para poder elaborar una mezcla normal utilizada en otros ensayos. Siendo el proceso de dureza sobre la pasta que permitirá que una aguja de 10 mm de diámetro y con un peso de 300 gramos pueda penetrar sobre la pasta una profundidad de 9 a 11 mm y se define como la consistencia normal en la pasta. En 30 segundos de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 75).

La aguja de Vicat, con un temporizador y con otros elementos permitirán determinar la consistencia normal. Siendo una muestra del cemento analizado (500 gr.) el cual se mezcla con diferentes dosificaciones de agua en progresión ascendente para cada evaluación en la aguja de Vicat, iniciando a una dosificación de 15% de agua en relación al cemento. Se coloca la mezcla en un recipiente tronconico de dimensiones (60 mm de diámetro menor; 70 mm de diámetro mayor y a 40 mm de altura). Se nivela para posteriormente colocar en el equipo de Vicat donde dicha aguja tiene 10 mm de diámetro, ésta es colocada a nivel de la superficie de la mezcla y luego es soltado hasta que penetre en un tiempo de 30 seg. Este ensayo es repetitivo hasta poder obtener una pasta con consistencia óptima. Se debe calcular el porcentaje de agua incorporada y la cantidad necesaria para poder producir una consistencia adecuada. (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 105).

- II. **Tiempo de fraguado por Vicat:** Con el ensayo anterior se define el porcentaje de agua y con 500g de cemento realizamos una mezcla

normal, colocando sobre el mismo recipiente tronconico, y a travez del anterior ensayo se podrá contabilizar un tiempo determinado. En un cuarto húmedo se pondrá una muestra por el lapso de 30 min, después se llevará al equipo de Vicat colocando una aguja (\varnothing 1mm) dejando caer y logrando penetrar por su propio peso por un periodo de 30 segundos, siendo este ensayo por un ciclo de repeticiones de 10 a 15 min. Cada captura de datos se contabilizará cuando la guja penetra 25 mm en un periodo de 30 segundos siendo contabilizados desde el inicio del ensayo, desde un fraguado inicial hasta un fraguado final siendo las especificaciones un intervalo entre estos dos de 45 min, la vitalidad de este ensayo es que permitirá obtener la data del fraguado hasta la obtención de la manejabilidad del hormigado en la colocación y no presentar dificultades. (Ccanto Clemente & Mallcco Huayanay, 2019, pág. 82).

- III. Ensayo de resistencia a compresión:** Se deberá de elaborar un mortero denominado patrón para este ensayo. Dicho mortero denominado patrón se elaborará con los mismos materiales de refuerzo: Arena patrón; y con ello se elaborará probetas de 2" en moldes especiales y evaluadas mediante un proceso de compactación sobre una sección (13 x 26 mm) y con una longitud de (140 mm). (Montejo Fonseca, 2018, pág. 63).

Se empleará que para cada fracción pasante del tamiz N°30 y que sea retenida en el tamiz N°100. Para todo tipo de cemento utilizado el agua utilizada tendrá que ser potable o de buena calidad para la preparación del mortero, es decir, que las proporciones de estos materiales sean 1 parte del cemento represente 2.75 partes de la arena utilizada en seco. Ya que este ensayo consiste en poder elaborar un mortero con diferentes materiales y dosificando agua en cantidades mayores y es compactado en un molde tronconico de diámetro de 4" mayor y de 1 3/4" de dimensión menor con una altura de 2", para cada dosificación de agua logrando obtener una buena condición. (Ccanto Clemente & Mallcco Huayanay, 2019, pág. 100).

Siendo la tabla del flujo una superficie en forma de plataforma de acero que es colocada sobre un árbol perpendicular, que al ser girado este cae sobre la superficie a través de la excentricidad de la superficie.

Para poder determinar la fluidez de la muestra patrón se deberá de colocar sobre el tronco una muestra patrón que se compactará dentro del mortero a 25 golpes en un tiempo de 15 seg. Efectuando la mesa del flujo, obteniendo una lata condición sobre la fluidez y un mortero patrón cuando se tenga diámetros de 100 a 115% sobre el diámetro inicial.

$$\% \text{ de fluidez} = \frac{(\text{diámetro promedio después del ensayo} - 4")}{4"} \times 100(1.5)$$

Con la condición descrita se medirá la cantidad de agua en el agregado y a través de ella se prepara el mortero que servirá como patrón y se determinará la resistencia a la compresión. Cuando se tenga elaborado la muestra patrón se compactará en los moldes de 2" y se elaborarán probetas para edades de 3 días, 7 días y 28 días, los cuales deberán ser curados en un ambiente húmedo y por un tiempo de 24 horas, terminado dicho proceso serán extraídas del recipiente y serán colocadas en un recipiente más limpio hasta poder realizar la prueba de rotura de probetas a la compresión, donde debería de colocarse las probetas de 1 día en un ambiente húmedo y dentro de los días se obtiene la resistencia a la compresión a los 3 días, siendo la máquina universal la que calculará este ensayo a una velocidad de carga variable ya que al realizar este ensayo sobre cubos de concreto, estos al momento de fallar anotarán una carga total en libras observada. Al momento de aplicar la carga este se promediará en las 3 briquetas analizadas y calculada según la edad, dividiendo la carga promedio sobre su sección transversal del cubo o aplicado de refuerzo. (Díaz Rodríguez, 2017, pág. 102).

$$\text{resistencia a compresion} = \frac{\text{carga promedio(Lb)}}{4 \text{ pulg}^2}$$

Para utilizar el cemento la resistencia deberá cumplir con los siguientes valores:

Tabla 2. Valores de la resistencia del mortero

EDAD DEL MORTERO (DIAS)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MINIMA (LB/PULG ²)
7	2.100
28	3.500

Fuente: Instituto Nacional de Vías.

Las dosificaciones máximas se expresaran en porcentaje sobre la masa para una muestra de refuerzo (Cruzado Guevara & Li Zavaleta, 2015, pág. 103).

IV. Expansión a la autoclave: Este ensayo estipula porcentajes excesivos de la composición química del cemento, como el óxido de calcio; óxido de magnesio que son de carácter expansivo, siendo estos que al hidratarse pueden desintegrar el concreto. Para esta evaluación se compacta vigas de dimensiones pequeñas con una mezcla normas de 1" por 1" (sección) y 10" de largo en moldes especiales, para los cuales se dejan fraguar por un periodo de 24 horas en un ambiente húmedo, para luego ser retirados y colocado dentro de un auto-clave el cual consiste en colocar en una pequeña caldera de vapor de agua con una presión (295 lb/pulg²) por un periodo de 3 horas obteniendo una expansión de alargamiento con relación a su valor inicial de refuerzo. (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 102).

$$\text{Expasion al autoclave(\%)} = \frac{lf - li}{li} \times 100$$

Siendo:

lf= longitud final en pulgadas

li= longitud inicial en pulgadas.

Para poder determinar que el cemento utilizado no posea cantidades perjudiciales como elementos químicos expansivos de refuerzo, la expansión a la auto-clave deberá ser el promedio de diferentes vigas menores al 0.8%. Las características **del cemento que se evalúan sobre el mortero**: serán evaluado por la resistencia a la tensión y de refuerzo a la resistencia a la compresión. (Montejo Fonseca, 2018, pág. 103).

2.2.5. Características de los agregados

Los siguientes ensayos controlados en laboratorio se detallan a continuación sobre las principales propiedades de los agregados empleados en la producción de hormigón de refuerzo. (Montejo Fonseca, 2018, pág. 94).

a) Textura y su forma superficial

Las partículas no uniformes como alargadas o ser aplanadas afectan la trabajabilidad, sobre la resistencia y en muchos casos hasta la durabilidad de las diferentes mezclas de hormigón, ya que suelen dirigirse sobre un plano que dificultaría la manejabilidad de la mezcla. Debido a la acumulación de agua esto debajo de las diferentes partículas que formarían vacíos, esto se da durante el mezclado perjudicando las propiedades de la mezcla endurecida. Siendo la textura de los agregados el cual influye sobre la manejabilidad y sobre la adherencia de la pasta y sobre el agregado determinando así cual afecta más la resistencia a la compresión y más específicamente la resistencia a flexo compresión y la resistencia a flexión. La totalidad de las partículas chatas o alargadas serán presentados mediante la norma el cual indica un máximo al 50%, no obstante, el ICPC recomienda que la cantidad total de estas partículas no debe ser mayor al 15% de refuerzo (Montejo Fonseca, 2018, pág. 65).

I. Partículas planas: Son aquellas donde la relación entre el ancho y el espesor es < 0.5 (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 80).

II. Partículas alargadas: Se denomina partículas alargadas a la relación entre el ancho y largo que es > 1.5 . (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 80).

III. Ensayo de colorimetría: Este ensayo nos permite determinar las cantidades de materia orgánica en la arena, las cuales son perjudiciales. Este ensayo es de suma importancia ya que determina la presencia orgánica en ciertos porcentajes y puede ser apreciable por el concreto de refuerzo (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 81).

Se denomina por medio del ensayo colorimétrico, la prueba de laboratorio el cual consiste en tomar una muestra representativa de arena natural, y es colocada sobre un recipiente o probeta de vidrio hasta un $1/3$ de la altura total, para luego colocar los $2/3$ faltantes la solución de hidróxido de sodio con una dosificación del 3% donde se tapa el recipiente se agita por un tiempo de 30 segundos y se deja reposar por un periodo de 24 horas o 1440 minutos. En este tiempo se comparará el color de la saturación de la solución patrón, evaluando así las cantidades del material orgánico que son perjudiciales para la elaboración de mezclas de concreto. Si en el comparativo resulta que el color patrón es más claro que la solución analizada se determina que dicha solución presenta un alto grado de material orgánico, pero no se puede determinar las otras sustancias que son perjudiciales para el mezclado, ya que este ensayo no necesariamente puede rechazar la arena analizada, siendo así que para el análisis de la arena natural y la arena lavada tendrán un grado comparativo en relación a su color siendo el grado de oscuridad el cual determine tentativamente el material inorgánico presente en las arenas. (Díaz Rodríguez, 2017, pág. 120).

Con cada mortero se deberá de preparar tres cubos de 2" de lado y se dejaran reposando en un curado por un tiempo de 28 días para realizar las pruebas a compresión y poder determinar su resistencia. Siendo la resistencia a la compresión evaluada a los 28 días con arena no tratada siendo menor del 95% sobre la resistencia a la compresión a la edad de

los 28 días con una arena lavada, es por ello que no se podrá utilizar una arena natural o en estado natural. (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 120).

b) Masa unitaria

Sobre el material necesario para poder llenar un recipiente con un volumen conocido y determinar su masa unitaria. En esta además se deberá tener en cuenta el porcentaje de vacíos presentes entre partículas del volumen del agregado. La masa unitaria puede determinar suelta o compactada; el material posee una masa unitaria suelta que servirá para poder estimar la cantidad de agregados necesarios en la preparación del concreto (por volumen) siendo así que la norma que establece el volumen necesario para la elaboración de una mezcla de concreto estará relacionada con el peso unitario suelto y peso unitario compactado siendo siempre que el peso unitario compactado sea mayor que el peso unitario suelto. (Sanchez de Guzman, 2017, pág. 125).

Para este ensayo se deberá de llenar un molde de volumen conocido en forma estandarizada, y luego colocar en una balanza el peso entre el volumen, para el llenado del recipiente se deberá de colocar bajo 3 capas, compactando el material con una varilla lisa a 25 golpes por capa, siendo la masa unitaria la que se compactara en alturas no mayores a los 5 cm y ser colocados por encima del borde; para los agregados que presenten dimensiones mayores o iguales a 38 mm – a 1 ½” se tendrá que utilizar el método de vibrado o apisonando a 25 golpes por capa. (Montejo Fonseca, 2018, pág. 25).

c) Granulometría.

La granulometría se determina realizando la distribución de las partículas del agregado por tamices. Las medidas de los tamices están elaboradas de dicha forma que la abertura del tamiz está en relación 1 : (2)^{1/4} con respecto al otro tamiz. La norma Icontec 174 da a conocer las especificaciones granulométricas, con respecto al agregado fino y

agregado grueso que se utilizan en concretos y en la norma Icontec 2240 se encuentra la especificación granulométrica del agregado fino que se debe utilizar en morteros. Se dan a conocer las especificaciones más empleados. Adicionalmente, se sugiere que entre 2 mallas seguidas no se cuente con más del 45% del material y luego para que dicha mezcla este manejable, cohesiva y muestre un buen acabado debe obtener más del 15% pasada por la malla No. 50 y superior a un 4% por la malla No. 100 de refuerzo (Montejo Fonseca, 2018, pág. 96).

Tabla 3. Especificaciones granulométricas - agregado grueso

Especificaciones granulométricas - agregado grueso (más utilizadas)			
Tamiz	(Agregado N°3%pasa)	(Agregado N° 4%pasa)	(Agregado N° 5%pasa)
2"	100		
1 1/2"	95-100	100	
1"		95-100	100
3/4"	35-70		90-100
1/2"		25-60	
3/8"	10-30		20-55
No. 4	0-5	0-10	0-10
No. 8		0-5	0-5

Fuente: Instituto Nacional de Vías.

Tabla 4. Requisitos Químicos

	Residuo insoluble (máximo)	Oxido de magnesio, MgO (máximo)	Hierro, expresado como oxido férrico (máximo)	Anhidrido sulfúrico, SO ₃ (máximo)
Tipo 1	2.5	5.0	0.5	3.0
Tipo 1B	2.5	5.0	0.5	3.0

Fuente: Instituto Nacional de Vías.

Adicionalmente, se recomienda que no se retenga más del 45% del material entre dos mallas consecutivas y superior del 15% deberá pasar por la siguiente malla que es la No. 50 y por ende es necesario que más de un 4% por la denominada malla No. 100 para que el concreto que se elabore sea muy manejable, cohesiva y muestre un excelente acabado

(Sanchez de Guzman, 2017, pág. 100).

Entre dos mallas consecutivas no se debe retener más del 50% del material y no más del 25% entre las mallas No. 50 y No 100 (de las especificadas anteriormente) (Sanchez de Guzman, 2017, pág. 100).

Casi no es posible que el reparto del agregado disponible, este de acuerdo a las especificaciones granulométricas establecidas, es por eso, que se aconseja mezclar los agregados que se encuentren disponibles de dicha forma que la granulometría resultante contenga un mínimo de vacíos. Se debe tener en cuenta las curvas ideales corregidas sugeridas por fuller. En losas y pavimentos el cual no debe sobre pasar el un tercio de su espesor. El cual no será mayor a tres cuartos de la separación mínima entre las varillas de refuerzo. El tamaño máximo del agregado no debe exceder 1/3 de la menor dimensión de la estructura (1/5, según ACI). (Alasino, 2010, pág. 25).

d) Absorción y humedad

La absorción. - porcentaje de H₂O el cual es necesario para que los agregados o el hormigón sean saturados con respeto al peso de dichos materiales secos y la humedad el cual será definida tal y como se indica en las normas lcontec 176, 237 y 1776, de tal forma que el numero o cantidad de dichos materiales en la mezcla puedan llevar un control y se establezcan los pesos correctos de cada todos ellos. La constitución interna de los componentes de un agregado está constituida por muchas materias sólidas y por los poros y/o huecos quienes pueden contener agua o no. Por la situación de humedad en que se encuentra un agregado serán de refuerzo (Díaz Rodríguez, 2017, pág. 205).

- I. Húmedo sobresaturado: todo el poro permeable tiene agua y para adicionar a ello el material contiene agua en la parte superior - agua libre.
- II. S.S.S (Saturado y superficialmente seco): Son los poros absorbentes el cual están llenos de H₂O y el material seco en la parte de la superficie.

III. Húmedo no saturado: algunos poros absorbentes con H₂O

IV. Seco: ningún poro con agua.

Va a depender el contenido de humedad que el agregado tenga, para ver si se quita o aumenta agua a la mezcla (ya que se conoce que el agregado se satura y el contenido de agua libre es la reacción que se tiene con el cemento). Si el porcentaje (%) de humedad del agregado es superior (mayor >) que la absorción el material contiene agua (H₂O) libre y está aportando agua (H₂O) a la mezcla; por otro lado, si el porcentaje (%) de humedad del agregado le va quitar agua (H₂O) a la mezcla para que este saturado. Ello es de suma importancia para definir la cantidad de agua de la mezcla y no afectar con respecto a la relación agua (H₂O) – cemento (C) de refuerzo (Sanchez de Guzman, 2017, pág. 120).

El agregado fino, por otra parte, incrementa su volumen cuando está humedecido, la humedad superficial tiene la propiedad de mantener separadas las partículas con llevando al aumento de volumen siendo conocido como "hinchamiento o expansión del agregado fino". En la mayoría de los casos las arenas son entregadas húmedas ello genera grandes variaciones en la cantidad de las mezclas si se realiza de acuerdo con el volumen suelto; por ello no es recomendable que se realice la dosificación por volumen de refuerzo. La variación de la expansión se relaciona con la humedad que presenta y con la granulometría obtenida, las arenas finas tienden a expandirse más que las arenas gruesas para una humedad mostrada; la expansión es relativamente baja o menos para humedades bajas teniendo en cuenta (cercanas a 0%) o humedades altas con respecto a (mayores al 15%) y el hinchamiento es alto (algunas veces hasta un 40%) y se considera para humedades intermedias al intervalo (entre 4 y 8%). (Sanchez de Guzman, 2017, pág. 125).

e) Densidad.

La conformación de las partículas del agregado es por masa del agregado, estos son los vacíos que se relacionan con la superficie llamándose poros (permeables o saturables) y vacíos que no tienen

comunicación con la superficie, por ello se dicen que se muestran en el interior del agregado, llamados y conocidos como poros (impermeables o no saturables); según lo mencionado en lo anterior tenemos 3 densidades a saber de refuerzo (Limon Medina, 2016, pág. 145).

I. Densidad aparente: muestra la relación con la masa promedio vinculado a la unidad de volumen de todas las partículas del agregado, realizando la inclusión tanto a los (permeables o saturables) poros impermeables o no saturables (volumen aparente o absoluto) de refuerzo (Gianfranco, 2019, pág. 80).

II. Densidad nominal: relacionado con la masa promedio vinculado a la humedad de volumen de todas las partículas del agregado, dejando de lado a los poros (permeables o saturables).

III. Densidad real: relacionado a la masa promedio vinculado a la humedad de volumen de todas las partículas del agregado, no considerando los poros (permeables o saturables) y los no saturables o impermeables de refuerzo (Montejo, 2010).

La densidad aparente seca se determina con material seco, la masa del agregado se determina con material saturado y superficialmente seco (S.S.S.), tendríamos densidad aparente saturada de refuerzo (Gianfranco, 2019, pág. 80).

La densidad aparente, es empleada para el cálculo de mezclas, ya que prima que el material primero se satura, por eso, todos los poros permeables de cada partícula están con gran cantidad de agua (H_2O) y el agua (H_2O) adicional a este estado agua (H_2O) libre es quien reacciona con el cemento, se menciona que si la densidad del agregado es la que se considera en el diseño es la aparente saturada las masas que se calculen del agregado serán las masas saturadas, pero si es considerado para la dosificación de mezclas, la densidad aparente seca las masas que se determinan del agregado serán masas secas de refuerzo (Montejo Fonseca, 2018, pág. 220).

De acuerdo a la norma Icontec 176 la densidad aparente (D.A) del agregado grueso se desarrolla con el ensayo que se basa con sacar muestras de los agregados en estado (S.S.S) saturado y superficialmente seco, luego se procede a pesar en el aire y después cuando este sumergido en el agua (H₂O), después de pesarlo se seca hasta obtener el peso constante, por diferencia de sus pesos y con base en volumen desalojado se calcula la (D.A) densidad aparente de refuerzo (Montejo Fonseca, 2018, pág. 220)

La (D.A) densidad aparente del agregado fino se determina teniendo en cuenta la norma Icontec 237, para empezar este ensayo se debe de tomar una cantidad de material en estado S.S.S., para después ser colocada en un matraz y/o probeta con agua y luego pesarla, seguidamente se seca a un peso constante, se tiene en cuenta la diferencia de peso de los agregados y con base en el volumen desalojado se calculara la (D.A) densidad aparente de refuerzo (Díaz Rodríguez, 2017, pág. 200).

La (D.A) densidad aparente no contempla la medida de la calidad de los agregados, pero, la estructura porosa de un agregado y la mala calidad es resultado de una baja densidad, una gran cantidad de agregados en su peso normal tienen una densidad que se encuentran entre 2,4 y 2,8 kg/dm³ de refuerzo (Díaz Rodríguez, 2017, pág. 195).

f) Resistencia

La calidad del agregado depende de la resistencia al desgaste que este tenga; ello es una propiedad esencial ya que el agregado se va usar en concreto que estará sujeto a desgaste como es el caso de lo que se utiliza en los pavimentos rígidos. Para realizar esta resistencia al desgaste del material de agregado lo común que se usa es la máquina de abrasión los ángeles (norma Icontec 93 y 98); esta prueba se empieza colocando la muestra del material de agregado con la carga abrasiva por interior de un tambor de acero y para luego ser girada con la maquina (30 a 33 r.p.m.) considerando un número de revoluciones el cual dependerá de la granulometría del material; posterior a ello se procede a retirar el material

de la maquina utilizada para proseguir con el lavado sobre el tamiz No. 12 (1,68 mm), considerando que lo que ha sido retenido se coloque a secar hasta el peso constante para después ser pesada. Las especificaciones limitan el porcentaje de desgaste a máximo 40% de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 92).

$$\text{porcentaje de desgaste} = \frac{Pa - Pb}{Pa} \times 100$$

Pa = w de la muestra seca antes del ensayo (g)

Pb = w de la muestra seca retenida en el tamiz No. 12 (g)

Según la norma Icontec 126 el ensayo de solidez o sanidad se ha utilizado para ver la resistencia al intemperismo de las partículas del agregado, pero se debe considera de acuerdo al autor que el ensayo mencionado no es favorable en climas tropicales. Dicho ensayo trata de tener sumergida una muestra del material en una solución saturado de sulfato de sodio o magnesio el cual se realiza de acuerdo a la norma, la norma dice que se dejara sumergido el material por un tiempo aproximado de 16 a 18 horas, considerando que la parte superior de la solución queda 15 mm por encima de la muestra. Después de ello se quita la muestra y luego se permite que la solución escurra durante 15 min, para proseguir con el secado hasta el peso constante. A todo el trabajo desarrollado se considera como un ciclo a los agregados para concretos o morteros debemos de tener en cuenta que las especificaciones indican 5 ciclos y las perdidas máximas permitidas, ponderadas de acuerdo con la granulometría del material son los siguientes de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 89).

- I. Agregado fino: sulfato de sodio – perdida máxima = 10%.
- II. Sulfato de magnesio – perdida máxima = 15%.
- III. Agregado grueso: sulfato de sodio – perdida máxima=12%.
- IV. Sulfato de magnesio – perdida máxima = 18%.

Dentro de la resistencia del concreto se menciona que la dureza de las partículas influye, es desfavorable que el material este compuesta por un

número considerable de partículas blandas. El ensayo rayado sirve para determinar la dureza de las partículas según la (norma-Icontec 183); ello consiste en someter cada partícula del agregado grueso, de acuerdo con la cantidad mínima de la muestra especificada, a un rayado con aguja de bronce de diámetro 1,59 mm aplicando una fuerza de 1kg. Son consideradas blandas las partículas si durante el rayado se forma en ellas ranura sin desprendimiento de metal de la aguja o si se separan partículas de la masa rocosa. La cantidad de partículas blandas presentes en el agregado grueso debe ser como máximo 5,0% de refuerzo (Sanchez de Guzman, 2017, pág. 100).

g) Sustancias perjudiciales

Las sustancias perjudiciales que regularmente están presentes en los agregados son: (limos o arcillas) estos son los suelos finos, (material vegetal en descomposición) conocidas como impurezas orgánicas, carbón de piedra, lignito y partículas blandas. Las especificaciones en la mayoría son las que limitan las cantidades permisibles de estas sustancias de refuerzo (Sanchez de Guzman, 2017, pág. 120).

h) Suelo fino

Suelos finos son considerados los materiales que pasan por la malla N°200-74um, se evidencia en la mayoría de caso como polvo o se encuentran cubriendo a los agregados, se dice pese a que los suelos finos se encuentren cubriendo al agregado, es peligro porque debilita la adherencia entre el cemento y el agregado, ello perjudica la durabilidad y resistencia de la mezcla. Si se encuentra grandes cantidades de arcilla y de limo, de alguna forma el agua que se requiera aumentara considerablemente de refuerzo (Sanchez de Guzman, 2017, pág. 145).

El método de lavado sirve para determinar la cantidad de suelos finos en el agregado (Norma-Icontec 78); dicho ensayo consta en tomar el material seco hasta peso constante, luego para ser colocado en un recipiente y se procede a agregar agua (H₂O) limpia buscando que todo el material quede cubierto, se agita la muestra enérgicamente para que el suelo fino

quede en suspensión en el (H₂O) agua, después se pasa el (H₂O) agua por la malla No200 (74um). Luego se realiza repeticiones del mismo procedimiento hasta que el agua este limpia, para después secar el material que quedo más el que retuvo la malla y se pesa de refuerzo (Sanchez de Guzman, 2017, pág. 142).

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100$$

A = Material que pasa el tamiz No. 200-74 um.

B= Peso seco del material antes del ensayo (g)

C= peso seco del material después del ensayo (g)

Las especificaciones limitan el contenido de suelos finos a los siguientes valores:

Agregado fino

A < 3.0% - para concreto sujeto a desgaste.

A < 5.0% - para cualquier otro caso (incluyendo morteros).

En el caso de arena manufacturada los límites pueden aumentarse a 5% y 7% respectivamente.

Agregado Grueso

A < 1.0% - Para cualquier caso

A < 1.5% - para triturado.

El "equivalente arena" es la prueba que se emplea generalmente para identificar la cantidad de suelos finos en el agregado fino (norma-INV Designación-E 133), este ensayo consta en mezclar una solución de trabajo (solución Stock de cloruro de calcio diluida en agua), eso es preparada según las especificaciones, de un recipiente cilíndrico estandarizado hasta una altura de 4 pulg. Luego se coloca una cantidad determinada de arena (pasante del tamiz No. 4-4.76 mm) secada en el horno hasta peso constante y se deja en reposo 10 minutos, se tapa el cilindro y se agita vigorosamente dando 90 ciclos en 30 segundos, después se quita el tapón del cilindro y se lavan las paredes con solución

de trabajo hasta completar una altura de 15 pulg., y se deja en reposo 20 minutos, se determina los niveles superiores de arcilla y arena de refuerzo (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 72).

$$\text{Equiv. Arena} = \frac{\text{lect. Nivel superior de la arena}}{\text{lect. Nivel superior de la arcilla}} \times 100$$

La recomendación es que el equivalente de arena del agregado fino tengo un mínimo del 70%.

i) Impurezas orgánicas

La descomposición de materia vegetal es la que llega hacer la materia orgánica (sobre todo ácido tánico y sus derivados) el cual se evidencian regularmente como margas orgánicas y humus. Puede darse que la materia orgánica interfiera en las reacciones químicas de hidratación, ello provocando el retraso del fraguado del concreto y su endurecimiento, también afecta la durabilidad del hormigón. Algo que impide en el fraguado del cemento es el azúcar esto por algunos días. Las impurezas orgánicas pueden afectar la adherencia pasta agregado disminuyendo la resistencia de refuerzo (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 90).

j) Partículas livianas

Para determinar la cantidad de partículas liviana en el agregado se utiliza norma lcontec 130, el material se coloca en un recipiente con un líquido pesado de densidad 2.00 g/cm³ cuyo volumen mínimo debe ser 3 veces el del agregado, se agita vigorosamente para que las partículas livianas floten luego se vierte cuidadosamente el líquido en un segundo recipiente pasándolo previamente por un colador; se debe tener la precaución que solamente las partículas que floten sean las retenidas por el colador. Estas partículas son las que afectan en la durabilidad y resistencia del concreto, también afecta la manejabilidad de las mezclas esto puede generar concretos no garantizados. Se vuelve a realizar el mismo procedimiento regresando el líquido que paso x el colador al recipiente, luego se vuelve agitar para hacer pasar nuevamente por el colador hasta

que evidencie que no haya partículas que estén flotando en el líquido; después se procede a lavar la partículas que quedaron retenidas con tetracloruro de carbono hasta remover de ellas el líquido pesado, para después dejarlo secar y ser pesada. La cantidad permitida de partículas livianas es de refuerzo (Limon Medina, 2016, pág. 72).

i. Morteros

Porcentaje máximo permisible en el agregado fino =0.5%.

ii. Concretos

Para los agregados finos como para agregados grueso el porcentaje máximo permisibles es de: 0.5% cuando es importante la apariencia de la superficie del concreto y 1.0% para cualquier otro caso de refuerzo (Limon Medina, 2016, pág. 68)

k) Partículas blandas

El ensayo de dureza al rayado sirve para determinar la cantidad de partículas blandas ello de acuerdo a la (norma-Icontec 183). Estas partículas suelen perjudicar ya que afectan a la durabilidad y resistencia del concreto el cual puede generar reventones, esto incide en un aumento de agua para una misma manejabilidad y si son quebradizas pueden generar que se rompan durante el mezclado (Aliaga Quispe, 2017, pág. 84).

l) Partículas deleznales

El carbón de piedra o lignito, terrones de arcilla u otros materiales se desmoronan fácilmente afectan a la resistencia y la durabilidad del concreto; si estas impurezas están cerca de la superficie pueden reventarse, desintegrarse, o producir manchas. La especificación permite como máximo de partículas deleznales y terrones de arcilla en el agregado fino tanto para morteros como para concretos 1.0% y para agregado grueso 0.25%. La cantidad de partículas deleznales o terrones de arcilla presentes entre los agregados se determinan de acuerdo con la norma Icontec 589 y la prueba consisten en colocar el material (de

acuerdo a las fracciones especificadas por la norma) en un recipiente, se cubre con agua pura 24 horas; las partículas que puedan desmenuzarse con los dedos hasta reducirlas fino se consideran partículas deleznales o terrones de arcilla. (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 90).

m) Características químicas

En su mayoría los agregados tienden a ser inertes, sin embargo, se observó varias reacciones dañinas entre pasta de cemento y agregado. Lo que genera esfuerzos de tensión dentro de la masa endurecida del concreto o del mortero es la reacción álcali-agregado es una reacción desfavorable; dichos esfuerzos pueden causar fallas en la estructura debido a que la resistencia a la tensión del mortero o del concreto es baja, del orden de un 10% de su resistencia a la compresión (Montejo, 2010).

La reacción más común se produce entre los óxidos de Sílice (SiO_2) en sus formas inestables y los óxidos alcalinos de la pasta de cemento (Na_2O y K_2O). Esta reacción que es de tipo sólido-líquido produce un gel hinchable que ocasiona un aumento de volumen a medida que absorbe agua, la cual produce presiones internas en el concreto que conducen a la expansión, agrietamiento y ruptura de la pasta de cemento, esto se conoce como la reacción álcali-sílice. Cuando se presume que los agregados contienen sílice inestable activo (estado vítreo, criptocristalino, micro cristalino y amorfo), debe tenerse en cuenta este fenómeno. Las rocas que por lo general contienen sílice activa son de refuerzo (Aliaga Quispe, 2017, pág. 74).

- I. Rocas silicosas.
- II. Dolomitas sílices y Calizas.
- III. Rocas volcánicas ácidas e intermedias como las lutitas, riolitas, andesitas, dacitas y sus respectivas tobas.
- IV. Cuarzo criptocristalino, micro cristalino intensamente deformado.

Se deben efectuar los ensayos de reactividad potencial por el método químico descrito en las normas icontec175 o la prueba de expansión del

mortero (expansión a la autoclave) descrita en la norma ASTM C-227 Para detectar la presencia de sílice activo, además de un análisis petrográfico de acuerdo a la norma ASTM C-295 de refuerzo (Aliaga Quispe, 2017, pág. 74).

- i. **Mejoramiento de agregados:** El tamizado se emplea generalmente para eliminar partículas de tamaños indeseables ya sea muy grandes, muy pequeñas o intermedias; mediante el tamizado podemos producir la gradación deseada. El lavado se hace para eliminar materia orgánica o suelo fino ya sea presente en polvo, adherido a los agregados o en forma de terrones. Por lavado también podemos eliminar exceso de arena muy fina. La trituración puede usarse para reducir la cantidad de partículas blandas presente en el agregado o para disminuir el tamaño de algunas partículas y hacer las utilizables. El mejoramiento de agregados consiste en la mejora de la calidad de los agregados mediante la remoción de las sustancias perjudiciales. Algunos de los procesos que se usan son tamizado, lavado, trituración y separación en medios pesados (Aliaga Quispe, 2017, pág. 84).

Desafortunadamente con cualquier proceso se pierde algo de material aceptable y la eliminación de partículas perjudiciales puede ser difícil o costosa. La separación en medios pesados se emplea para eliminar sustancias perjudiciales cuya densidad es significativamente menor que la densidad del material de buena calidad. (Aliaga Quispe, 2017, pág. 80).

- ii. **Mejoramiento de agregados:** Los agregados deben manejarse y almacenarse de manera que sea mínima la separación del material en fracciones (segregación) y se evite la contaminación con sustancias perjudiciales. A continuación, se enumeran algunas recomendaciones a seguir en el almacenamiento de agregados.

Cuando es necesario acumular el material pétreo deben tomarse precauciones para evitar la segregación y la contaminación con finos. El acopio de agregados debe mantenerse al mínimo por cuanto aún

bajo condiciones ideales los finos tienden a acumularse.

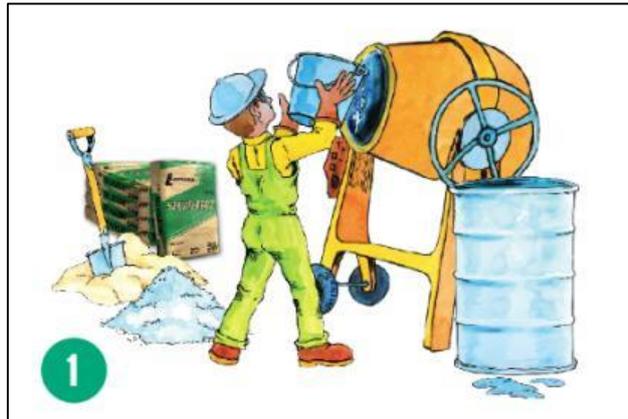
- a) No debe permitirse que el viento separe los agregados finos secos, y los depósitos no deben contaminarse oscilando cucharones o cangilones sobre los diferentes tamaños de agregados almacenados en acopios.
- b) Sobre los acopios no deben operarse volquetas, bulldozers, u otros vehículos, porque ellos además de producir la ruptura de agregados dejan tierra sobre los depósitos.
- c) El traslape en el acopio de los diferentes tamaños de partículas de agregados debe evitarse mediante muros apropiados o amplios espacios entre los montones.
- d) Los acopios deben hacerse sobre superficies duras para evitar la contaminación del material con el fondo.

Las tolvas de agregados deben mantenerse tan llenas como sea práctico, para reducir al mínimo la fractura miento de partículas y los cambios de granulometría al extraer los materiales de refuerzo (Aliaga Quispe, 2017, pág. 95).

2.2.6. Agua para mezclado

Lo recomendado para utilizar en el concreto o mortero es el agua potable siendo este que no presente olor ni color. Sin embargo, ello no es completamente verdadero, ya que en el agua potable puede haber concentraciones de sales, azúcares o cítricos entre otras sustancias que no ayuda en la preparación del concreto, esto pueden llegar a perjudicar en la elaboración de concreto o mortero. Para la verificación de la de la relación de resistencia normalmente se realizan cubos de mortero a 7, 28 y 90 días de edad esto para ver la calidad del agua, de esta forma se considera que el agua que se utiliza para la elaboración del concreto no sea inferior al 90% de la resistencia de los cubos testigo confeccionados con agua destilada. Los cubos del mortero, deben ser hechos de acuerdo a las especificaciones de las normas Icontec-220 de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 87).

Ilustración 4. El agua de Mezclado



Fuente (Civilgeeks, 2019)

El ensayo de las agujas de Vicat descrito en la norma, adicionalmente puede dar indicios de impurezas en el agua que eventualmente afecten de manera adversa los tiempos de fraguado del cemento. Un exceso de impureza en el agua de mezclado puede causar además manchas (eflorescencias), o corrosión en el acero de refuerzo de un concreto. Por ello, se deben especificar ciertos límites de cloruros, sulfatos, álcalis y sólidos dentro del agua de mezclado. Aguas que contengan más de 2000 ppm, de sólidos disueltos deben ser ensayadas para determinar sus efectos sobre la resistencia y el fraguado de un concreto. Los efectos de ciertas impurezas en el agua de mezclado sobre la calidad del concreto se explican Puesto que no es deseable introducir grandes cantidades de sedimentos en el concreto, se ha comprobado que las aguas que contengan menos de 2.000 partes por millón (ppm) de sólidos disueltos, generalmente son satisfactorias para hacer concreto. (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 20).

a) Carbonatos bicarbonatos alcalinos.

El carbonato de sodio puede causar muy rápidos fraguados, los bicarbonatos pueden también acelerar o retardar el fraguado. Los carbonates y bicarbonatos de sodio y potasio tienen diferentes efectos sobre los tiempos de fraguado de los distintos cementos. En altas concentraciones estas sales pueden reducir la resistencia del concreto. Cuando las sumas de estas sales disueltas excedan de 1000 ppm los

ensayos sobre sus efectos en los tiempos de fraguado y relación de resistencias a 28 días de edad, deben ser efectuados de refuerzo (Carrillo Moreno & López Manrique, 2015, pág. 40).

b) Cloruros y sulfatos.

Un alto contenido en el agua mezclado, puede generar corrosión en el acero de un concreto reforzado o en los cables de tensionamiento de un concreto preesforzado, debido a que el ion cloro ataca la película de óxido que se forma en el acero. Como los cloruros se pueden introducir al concreto dentro de cada una de sus componentes por separado (cemento, agregados, agua de mezclado o aditivos) o por exposición a algunas sales o agua de mar, los límites de aceptación de cloruros en el agua de mezclado dependen de la permeabilidad y nivel de exposición del concreto y del nivel de contribución del agua de mezclado en el contenido total de cloruros de refuerzo (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 92).

Un alto contenido de sólidos disueltos dentro del agua, generalmente presentan altos contenidos de cloruro de sodio o sulfato de sodio. Concentraciones de 20.000 ppm de cloruro de sodio, son generalmente tolerables en concretos que estarán secos y con bajo potencial de reacciones corrosivas durante su vida útil. Por el contrario, el agua usada en concreto pre esforzado no debe presentar concentraciones del ion cloro superiores a 500 ppm y para el caso de concretos con elementos de aluminio embebidos o galvanizados u otros concretos expuestos a humedad ambiente el agua no debe presentar concentraciones superiores a 1000 ppm del ion cloro de refuerzo. El agua de mezclado que contenga hasta 10000 ppm de sulfato de sodio puede ser usada satisfactoriamente. Si los sulfatos se presentan como SO_4 , su cantidad está limitada a 3.000 ppm de refuerzo (Díaz Rodríguez, 2017, pág. 25).

c) Otras sales comunes

Los carbonatos de calcio y magnesio, no son muy solubles en agua, y esta rara vez se encuentran en concentraciones tales que puedan

afectar la resistencia del concreto. Sin embargo, concentraciones superiores a 400 ppm del ion bicarbonato en cualquiera de estas formas es considerado dañino de refuerzo (Ccanto Clemente & Mallcco Huayanay, 2019, pág. 105).

Los sulfatos de magnesio, y los cloruros de magnesio, pueden estar presentes en altas concentraciones sin causar efectos dañinos en la resistencia. Buena resistencia han sido obtenidas con concentraciones hasta de 40000 ppm, de cloruro de magnesio. Las concentraciones de sulfatos de magnesio deben ser menores de 25.000 ppm. El cloruro de calcio, es algunas veces utilizado en concreto que no es pre esforzado en cantidades hasta del 2% del peso de cemento para acelerar el endurecimiento y la resistencia temprana del concreto de refuerzo (Rogers Hugo, 2016, pág. 85).

d) Sales de hierro

Las aguas naturales, rara vez contienen más de 20 a 30 ppm de hierro; sin embargo, algunas aguas acidas pueden tener grandes cantidades. Las sales de hierro en concentraciones hasta de 40000 ppm usualmente no presentan efectos adversos en la resistencia de un concreto o un mortero de refuerzo (Rogers Hugo, 2016, pág. 95).

e) Sales inorgánicas.

Las sales de manganeso, estaño, zinc, cobre y plomo en el agua de mezclado pueden causar reducciones significativas en la resistencia y grandes variaciones en los tiempos de fraguado. De estas, las sales de zinc, cobre y plomo son muy activas. Otras sales que son bastante activas como retardadoras del fraguado incluyen los yodatos, fosfatos, arce natos y boratos de sodio. Todas pueden retardar los tiempos de fraguado y afectar el desarrollo de resistencia cuando se presentan en concentraciones por encima del 10% del peso del cemento. Generalmente, concentraciones de estas sales de hasta 500 ppm pueden ser toleradas en el agua de mezclado. Otra sal que puede deteriorar el concreto el sulfito de sodio, el cual se limita a 100 ppm de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 35).

f) Aguas acidas

La aceptación del agua de mezclado acida, debe ser basada en la concentración (ppm) de ácidos en el agua. Ocasionalmente, su aceptación es basada en el pH, el cual es una medida de la concentración del ion hidrógeno. El valor del pH es índice de una intensidad por debajo de 7.0 indica acidez y por encima de 7.0 alcalinidad, pero no es una buena medida del potencial ácido o básico de reacción del agua. Sin embargo, algunas normas como la del Cuerpo de ingenieros los Estados Unidos estipula un valor de pH entre 6.0 y 11.0. Generalmente, aguas de mezclado que contienen ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y otros ácidos inorgánicos comunes en concentraciones tan altas como 10000 ppm no tienen efectos adversos en las resistencias del concreto, as aguas acidas con valores de pH por debajo de 3.0 pueden crear problemas de manejo y deben ser evitadas en lo posible de refuerzo (Aliaga Quispe, 2017, pág. 40).

g) Aguas alcalinas

Aguas con concentraciones de hidróxido de sodio de 0,5% por peso de cemento (6000 a 10000 ppm) no afectan la resistencia de los fraguados. Sin embargo, más altas concentraciones pueden reducirla resistencia del concreto o mortero. El hidróxido de potasio en concentraciones por encima del 1,2% por peso del cemento (18000 a 24000 ppm) tiene pequeños efectos sobre el desarrollo de resistencia de algunos cementos, y en otros la puede reducir sustancialmente de refuerzo (Aliaga Quispe, 2017, pág. 35).

h) Agua con azúcar

Las cantidades de azúcar que retardan el fraguado del cemento son pequeñas como 0.03% a 0.15% por peso (xW) de cemento, ello depende del tipo de cemento la resistencia de los 7 días de edad se puede reducir mientras que la de 28 días puede mejorar. El fraguado tiende generalmente a acelerarse, debido a que la cantidad de azúcar aumenta a un 0.20% por peso de cemento, si la cantidad es de 0.25% o más por

peso de cemento, puede causar un fraguado rápido y una sustancial reducción de resistencia a los 28 días de edad de refuerzo (Arce Jáuregui, 2013, pág. 85).

Menos de 500 ppm de azúcar en el agua de mezclado, generalmente no afecta la resistencia del concreto, pero si la concentración excede este límite, deben ser efectuados los ensayos de tiempos de fraguado y relación de resistencias de refuerzo (Arce Jáuregui, 2013, pág. 85).

i) Partículas en suspensión.

De acuerdo al autor se dice que se puede tolerar en el agua de mezclado cerca de 2000-ppm de partículas de limos o arcilla suspendidas. Y si fueren más altas cantidades pueda que no afecta la resistencia, más si influyen en otras propiedades de algunas mezclas de concreto de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 82).

j) Agua con aceite

Dentro del agua de mezclado se encuentra regularmente varias clases de aceite. Uno de los aceites que regularmente encontramos en el agua es el aceite mineral también conocido como petróleo este aceite a diferencia de los aceites animales o vegetales tiene menos efecto sobre la resistencia del concreto. Pero es necesario mencionar que, el aceite mineral en concentraciones superiores al 2% por peso del cemento, pueden reducir las resistencias del concreto tanto un 20% o más de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 78).

k) Agua con algas.

Esta agua no es nada recomendable para utilizarlo en el concreto, esto ya que estas aguas generan la presencia de inclusión de aire con una referida pérdida de resistencia y por otro lado esto puede afectar la hidratación del cemento de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 78).

l) Aguas negras

El agua negra típica generalmente tiene una cantidad de materia orgánica que va aproximadamente por los 400 ppm. Luego que esta agua sea tratada de muy buena forma, la concentración de dicha materia puede reducirse más o menos a 20 ppm. Esto es muy bueno ya que no incidiría de gran forma en la resistencia del concreto. Por ello cabe resaltar que de ninguna forma o manera se utiliza agua que contenga materia orgánica mayor de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 78).

m) Agua de mar

La cantidad de salinidad del agua del mar es de 3.5% (35000 ppm) esto se recomienda para los concretos no reforzados. Para tener en cuenta que cuando se utiliza el agua de mar en el concreto se obtiene una resistencia mayor, pero resaltar una resistencia menor a largo plazo; usualmente la pérdida de resistencia no es mayor del 15%. En el caso de concreto reforzado, se cree que el agua del mar incrementa el riesgo de corrosión de acero de refuerzo, especialmente en países tropicales como el nuestro, por lo cual no se considera recomendable el uso de agua de mar en el mezclado, a menos que sea inevitable. En tal caso se deben hacer las pruebas respectivas. En concretos pre esforzados, no se permite el uso de agua de mar debido a que la pequeña sección transversal de los cables de pre esfuerzo hace que los efectos de la corrosión sean relativamente más graves de refuerzo (Ccanto Clemente & Mallcco Huayanay, 2019, pág. 115).

n) Características del agua de curado

Se menciona el agua que se utiliza para el mezclado, es también satisfactoria para el empleo en el curado. Pero cabe mencionar que, la materia orgánica o ferrosa que cuente el agua puede producir manchas, dentro de ello si el agua fluye lentamente sobre el concreto y se evapora rápidamente de refuerzo (Ccanto Clemente & Mallcco Huayanay, 2019, pág. 120).

o) Especificaciones y calidad del agua

Se tiene algunos ensayos para el análisis del agua, que normalmente se viene utilizando y requiriendo:

- i. Calcio y magnesio en el agua – norma ASTM D-511
- ii. Cloruros, como ion Cloro – norma AST D-512
- iii. Sulfatos, como SO₄ – norma AST D-516
- iv. PH del agua – ASTM D-1293
- v. Acidez y alcalinidad del agua AST D-1067
- vi. Definición de términos relativos al agua ASTM D-1129
- vii. Partículas y materia disuelta en el agua ASTM D-1888

2.2.7. La mezcla de hormigón

Se desarrollan 2 ensayos para la mezcla de hormigón: asentamiento "Slump" y toma de cilindros de hormigón esto en el estado fresco para lo que corresponde a las pruebas de resistencia o compresión. Los propósitos de desarrollar las pruebas son 2: una de ellas es para corroborar las características del hormigón que se determinó en el diseño de mezcla, para saber ello se prepara muestras de prueba en el laboratorio; esto es para realizar un control de calidad de la mezcla en obra con el objetivo de obtener buenos resultados para el tipo de estructura que se construya de refuerzo (Ccanto Clemente & Mallcco Huayanay, 2019, pág. 120).

a) Especificaciones y calidad del agua

En su mayoría las mezclas que se preparan en el laboratorio se realizan a mano, colocando primero el agregado y el cemento para la mezcla, en seco, la mezcla se realiza de manera homogénea dejando lista para ser combinada y/o agregada el agua para contar con una mezcla homogénea. Para el colocado y mezclado de los materiales debe considerarse las medidas obtenidas en el diseño. Tener en cuenta que para los ensayos como el de asentamiento y los cilindros se tomaran la muestra de distintos sitios esto para que la muestra sea representativa de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 48).

b) Mezcla en la obra

Para contar con muestras que sean representativas de máquinas mezcladoras conocidos como trompo en el mundo de la construcción, el desarrollo de toma de muestra consiste en tomar 2 muestras individuales de la descarga central, es necesario saber que no se puede sacar la muestra de la parte inicial y tampoco de la parte final, dicha muestra se sacara en un recipiente el cual debe abarcar todo el chorro. En caso que el recipiente no cuente con una boca ancha para obtener todo el chorro, se deben tomar 5 muestras individuales de donde está el hormigón, teniendo en cuenta que serán sacados de diferentes sitios y de diferentes profundidades. Después de haber obtenido las muestras se juntan todas para ser mezclado a mano para sacar de dicha forma la muestra representativa para los ensayos de refuerzo (Montejo Fonseca, 2018, pág. 251).

Ilustración 5. Mezcla con trompito



Fuente: (Civilgeeks, 2019)

c) Ensayo de “asentamiento o Slump”

La prueba mencionada es utilizada con el fin de controlar la cantidad de agua del hormigón fresco esto para que se obtenga una mejor manejabilidad. Para desarrollar este ensayo es necesario contar con los siguientes equipos y/o herramientas: el Cono de Abrams, este cono es

un molde de metal que tiene la forma de un tronco-cónico de 8" de Ø interior mayor, 4" de Ø interior menor y 12" de H. Fierro liso de hierro de 5/8" de Ø, 60 cm de L aprox. y un extremo redondeado de refuerzo (Catanzaro Mesía & Zapana Gago, 2019, pág. 25)

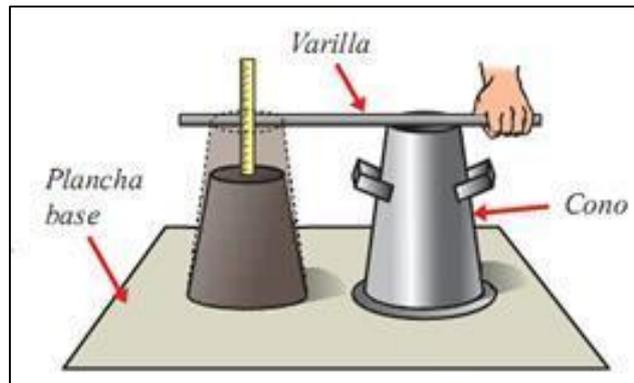
Para el ensayo también serán necesarios otras herramientas como pala, badilejo y otras herramientas manuales.

Se debe sacar una muestra representativa de acuerdo a las especificaciones de la norma. El ensayo se desarrolla de la siguiente manera, colocar el cono de metal en el piso ello por la parte de la base mayor, luego se procede a llenar la muestra en el cono en tres capas aprox. de igual volumen de refuerzo, se recomienda sujetar con los pies el cono para que este estable (Ccanto Clemente & Mallcco Huayanay, 2019, pág. 87).

Cada capa es apisonada con 25 penetraciones del fierro liso por su extremo redondeado, estas penetraciones deben ser de forma uniforme y considerar que en la primera capa esta penetración no llegue al pio, y considerar que en las que faltan el fierro penetre toda la capa. Después se levanta el molde de metal sin ninguna inclinación y torsión, luego de haber sacado el cono este se coloca en el piso al costado de la mezcla para ser medida el escurrimiento o asentamiento vertical que se dio por la mezcla desde el nivel de la base superior hasta el centro de la parte superior de la mezcla; esta medida estará en pulgadas o en centímetros constituye el resultado del ensayo o sea el asentamiento de la mezcla de refuerzo (Ccanto Clemente & Mallcco Huayanay, 2019, pág. 87).

Una vez medido el asentamiento con el objetivo de ver la plasticidad de la muestra, puede golpeársela de lado con el fierro. Si el hormigón muestra fisuras, resquebraja o disgrega, su plasticidad no es adecuada de refuerzo (Ccanto Clemente & Mallcco Huayanay, 2019, pág. 87).

Ilustración 6. Prueba Slump



Fuente: (Civilgeeks, 2019)

d) Ensayos en cilindros de hormigón

Es necesario conocer el propósito de la resistencia a compresión del concreto por ello se exponen a continuación las pruebas de laboratorio que se efectúan con el equipo de laboratorio:

- i. Fierro liso de hierro de 5/8" - \varnothing , 60 cm aprox. De longitud (L).
- ii. Moldes en forma de cilindros de metal lisos de 6" - \varnothing interior y 12" - H, con base metálica.
- iii. Recipiente con agua H₂O limpia.
- iv. Aparato para refrentado de cilindros.
- v. Máquina de compresión, importante esta máquina no debe producir impactos y si debe ser capaz de producir una constante velocidad de carga de 1.5 a 3.5 kg/cm² por segundo.

Importante considerar que para el ensayo se toma una muestra representativa, ello indica en los textos anteriores.

2.2.8. Agua de planta de tratamiento de aguas residuales PTAR

La calidad de las aguas tratadas depende directamente de la condición en la que se encuentra las plantas de tratamiento de aguas residuales es por ello que el agua utilizada en la mezcla del concreto deberá estar dentro de los parámetros. (Sanchez de Guzman, 2017, pág. 56)

2.2.8.1. Ensayos físico – químicos de las aguas tratadas en PTAR

Los ensayos físico-químico de las aguas tratadas o aguas residuales serán cuantificadas en relación a su calidad del agua ya que presentara un valor numérico a los análisis realizados como: (Sanchez de Guzman, 2017, pág. 56)

- Sólidos suspendidos totales (ppm)
- Carbonatos (ppm)
- Bicarbonatos (ppm)
- Alcalinidad (ppm)
- Cloruros (ppm)
- Sulfatos (ppm)
- Sales solubles totales (ppm)
- Materia orgánica
- PH

2.2.8.2. Funciones del agua tratada en el concreto

Las funciones principales del agua tratada en el concreto. (Sanchez de Guzman, 2017, pág. 95)

1. Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
2. Actuar como un lubricante para poder contribuir con la trabajabilidad de la mezcla.
3. Hacer que la mezcla tenga vacíos para una mejor hidratación.

2.2.8.3. Límites para la calidad del agua tratada.

Nos indica mediante lo siguiente: (Cardenas Saavedra, 2018, pág. 105).

Tabla 5. Límites de calidad para el agua tratada

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE
Solidos suspendidos	5,000 ppm Máximo
Materia Orgánica	3 ppm Máximo
Alcalinidad (HACHCO3)	1,000 ppm Máximo

Sulfatos (ION SO4)	600 ppm Máximo
Cloruro (ION CL-)	1,000 ppm Máximo
PH	5 a 8 ppm Máximo

Fuente: (Sanchez de Guzman, 2017)

2.3. Definiciones de términos

Las bases conceptuales que a continuación se detallan son recopiladas de los manuales de ensayo de materiales y el manual de especificaciones técnicas, a continuación, se detalla.

1. Aire incorporado

Burbujas microscópicas de aire intencionalmente incorporadas por un aditivo en morteros o concretos durante el mezclado, generalmente mediante el uso de un agente activo de superficie; típicamente burbujas entre 10 μm (0,01 mm) y 1 000 μm (1 mm), de forma esférica o aproximadamente esférica.

2. Agua Tratada

El agua tratada es el proceso del agua potable empleada en las necesidades del ser humano lo cuales son llevados a una planta de tratamiento de aguas residuales para su purificación respectiva y ser retornada a la naturaleza.

3. Agregado

Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria, o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

4. Agregado bien graduado

Agregado cuya gradación va desde el tamaño máximo hasta el de un relleno mineral y que se encuentra centrado a una curva granulométrica “huso” especificada.

5. Agregado fino

Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N° 4 (4,75 mm) y contiene finos.

6. Agregado grueso

Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general es retenida en la malla N°4 (4,75 mm).

7. Análisis granulométrico o mecánico

Procedimiento para determinar la granulometría de un material ó la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.

8. Cantera

Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

9. Certificado de control de calidad

Documento que permite conocer los resultados de ensayos de laboratorio o de campo, durante el proceso constructivo de una carretera.

10. Control de calidad

Pruebas técnicas para comprobar la correcta ejecución de las diferentes etapas o fases de un trabajo con relación a las especificaciones técnicas o requisitos específicos establecidos.

11. Filler.

Material proveniente por lo general de la caliza pulverizada, polvos de roca, cal hidratada, cemento Pórtland, y ciertos depósitos naturales de material fino, empleado en la fabricación de mezclas asfálticas en caliente como relleno de vacíos, espesante de la mezcla o como mejorador de adherencia.

12. Granulometría

Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.

13. Resistencia a Compresión

Ensayo de resistencia a la compresión que se realiza colocando una muestra cilíndrica en la prensa al que se le aplicara una fuerza determinada hasta la rotura del testigo.

14. Testigo

Una representación cilíndrica de concreto endurecido, de mezcla de concreto fresco compactada y endurecido en un tiempo controlado.

15. Trabajabilidad

La facilidad con que las mezclas a ser moldeadas o adecuadas a una forma establecida.

16. Vida útil

Lapso de tiempo previsto en la etapa de diseño, en el cual debe operar o prestar servicios en condiciones establecidas.

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La incorporación de aguas tratadas de PTAR variaría en las propiedades de los concretos premezclados, Huancayo 2019.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La incorporación de aguas tratadas de PTAR variaría mínimamente la trabajabilidad de los concretos premezclados, Huancayo 2019.
- b) La incorporación de aguas tratadas de PTAR aumentaría la exudación de los concretos premezclados, Huancayo 2019.
- c) La incorporación de aguas tratadas de PTAR reduciría la resistencia a la compresión de los concretos premezclados, Huancayo 2019.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de las Variables

Agua Tratada de PTAR

El agua tratada proviene de una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual mediante un proceso físico, químico y bacteriológico tiene como fin eliminar los contaminantes propios de un agua residual, se estima que en este proceso el agua tiene que llegar a ser el menos contaminante.

Concreto premezclado

El concreto premezclado es producto de la combinación de agregados de diferente granulometría más una pasta cementante y el agua, que es moldeable en un tiempo prolongado para luego empezar a obtener una resistencia mayor al transcurso de los días.

2.5.2. Definición Operacional de la Variable

Variable Independiente

Agua Tratada de PTAR

El agua tratada de PTAR es el proceso de tratamiento de un agua residual la cual al cumplir parámetros de calidad son retornados a la naturaleza con la menor contaminación posible.

Variable dependiente

Concreto premezclado

El concreto premezclado es el producto de una mezcla controlada de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, la cual servirá para colocar en estructuras definidas y poder ser resistentes a las sollicitaciones que serán sometidas.

2.5.3. Definición Operacional de la Variable

VARIABLE INDEPENDIENTE (X): AGUA TRATADA DE PTAR

(CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE)

Tabla 6. Cuadro de operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
AGUA TRATADA DE PTAR	El agua tratada de PTAR es el proceso de tratamiento de un agua residual la cual al cumplir parámetros de calidad son retornados a la naturaleza con la menor contaminación posible	DUREZA TOTAL	Iones de Calcio y Iones de magnesio	CaCO ₃ (mg/L)	<u>PARAMETRO FISICOQUIMICO</u>
		CLORUROS	Iones suspendidos	Cl ⁻ (mg/L)	<u>PARAMETRO FISICOQUIMICO</u>
		SOLIDOS TOTALES	Solidos suspendidos inorgánicos	(mg/L)	<u>PARAMETRO FISICOQUIMICO</u>
		pH	Grado de Acidez	pH	<u>PARAMETRO FISICOQUIMICO</u>

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

VARIABLE DEPENDIENTE (Y): CONCRETO PREMEZCLADO.

(CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE)

Tabla 7. Cuadro de operacionalización de Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
CONCRETO PREMEZCLADO	El concreto premezclado es el producto de una mezcla controlada de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, la cual servirá para colocar en estructuras definidas y poder ser resistentes a las solicitaciones que serán sometidas.	TRABAJABILIDAD	Asentamiento (Slump)	Pulgadas	<u>MTC E 705</u>
		AIRE INCORPORADO	Olla Washington	Porcentaje	<u>MTC E 706</u>
		EXUDACION	Fiola Milimétrica	kilogramos	<u>MTC E-713</u>
		RESISTENCIA A LA COMPRESION	Rotura de probetas	Kg/cm ²	<u>MTC E-727</u>

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

La presente investigación es de método Científico con un enfoque Cuantitativo, la cual será demostrado por la interacción de las variables desarrolladas, y serán aplicadas en un desarrollo futuro con una justificación técnica.

3.2. Tipo de investigación

Según Bernal (2006). *“Cuando se pretende resolver un problema científico es difícilmente que las investigaciones sean puras, ya que generalmente se combinan entre si los diferentes tipos de investigación”*.

La tesis desarrollada tuvo una investigación Aplicada ya que presenta unas características que resuelven este problema de forma práctica, valiendo los materiales que puedan optimizar los procesos en la producción.

3.3. Nivel de la investigación

El desarrollo de la investigación tiene como Nivel de investigación Experimental según (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). *“Se pretende dirigir en un fenómeno de causa – efecto, aplicando una exploración en la descripción citada.”*

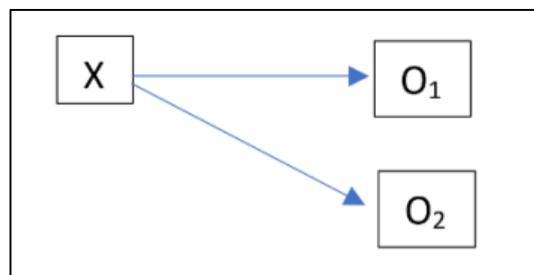
Se ha tenido como primer propósito la obtención de agua de PTAR (Planta de tratamiento de agua residual) ubicada en la localidad de Huachac del distrito de Chupaca, provincia de Chupaca de la región Junín, la cual ha sido caracterizada en el laboratorio de facultad de Química Ambiental de la Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP). Como segundo propósito se ha aplicado como

reemplazante al agua potable y poder evaluar las propiedades físico-mecánicas del concreto en estado fresco y estado endurecido.

3.4. Diseño de la investigación

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Se conceptualiza como “Estrategia desarrollada al objetivo de poder obtener una información válida y útil en la investigación”. Se define como técnica o estrategia la que pueda desplegar información que sea necesaria en el proceso de la investigación.

Ilustración 7. Comparación Estadística



Fuente: Fernández, Hernández & Bautista

Donde:

X = Grupos de trabajo, el que controla el desarrollo (Variable independiente o variable dependiente).

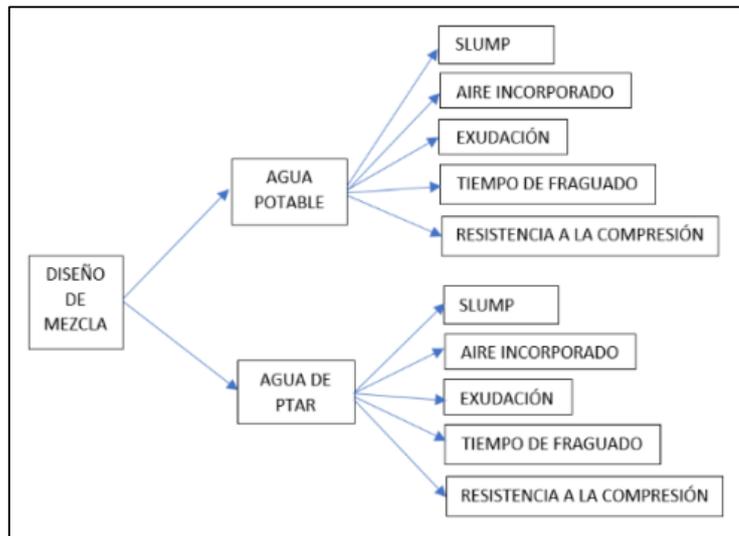
O₁, O₂ = Medición de la variable dependiente.

La presente investigación es experimental por los siguientes puntos:

- a) Se presentó un diseño de concreto convencional premezclado para luego ser reemplazado en su totalidad por el agua de PTAR, se realizó un diseño a través del método del ACI, teniendo como características principales una trabajabilidad de 4", TMN de piedra gruesa de ¾", para una resistencia de 210 kg/cm².
- b) Se realizó el análisis a la variable independiente teniendo las características químicas como Dureza total, Dureza Cálcica, Alcalinidad, Cloruros, Sulfatos, conductividad, Sólidos disueltos, sólidos suspendidos, sólidos totales, pH y su Turbidez.

- c) En los posteriores resultados se evaluó la correlación de las variables como sus propiedades en estado fresco como el Slump, exudación, aire incorporado, la temperatura de la mezcla y su ensayo a compresión axial (kg/cm²) en estado endurecido.

Ilustración 8. Unidad del análisis



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Tabla 8. Metodología de recolección de datos

				EVALUACIÓN	PRUEBAS
DISEÑO DE MEZCLA	Control	Diseño de mezcla con agua potable	Diseño Patrón	Trabajabilidad (pulg)	6
				Aire Incorporado (%)	6
				Exudación (%)	6
				Tiempo de Fraguado (min)	6
				Resistencia a la compresión	12
	Control experimental	Diseño de mezcla con agua de PTAR	Diseño Convencional	Trabajabilidad (pulg)	6
				Aire Incorporado (%)	6
				Exudación (%)	6
				Tiempo de Fraguado (min)	6
				Resistencia a la compresión	12

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población estará definida por los diseños de mezclas de concreto premezclado con un asentamiento de 4", tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " y para un diseño de resistencia de 210 kg/cm², con 72 muestras con evaluación a sus diferentes propiedades.

3.5.2. Muestra

La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso corresponde a las probetas elaboradas en laboratorio con agua de PTAR, cuyo detalle es el siguiente:

- a) Caracterización Química del agua tratada
- b) Caracterización de agregados.
- c) Diseño de mezcla
- d) Trabajabilidad (Slump)
- e) Tiempo de fragua
- f) Incorporación de aire
- g) Resistencia a la compresión

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

De acuerdo a Bernal (2006) *"Las técnicas de investigación dependen del método y el tipo de investigación"*, considerando los siguientes:

3.6.1. Técnicas

Según (Bernal Torres, 2010 pág. 194) establece que *"La técnica de la observación directa facilitara poder conseguir una información directa y creíble, cuando se realice por este medio a través de un trámite sistematizado y muy controlado que a través de los medios audiovisuales muy complejos"*.

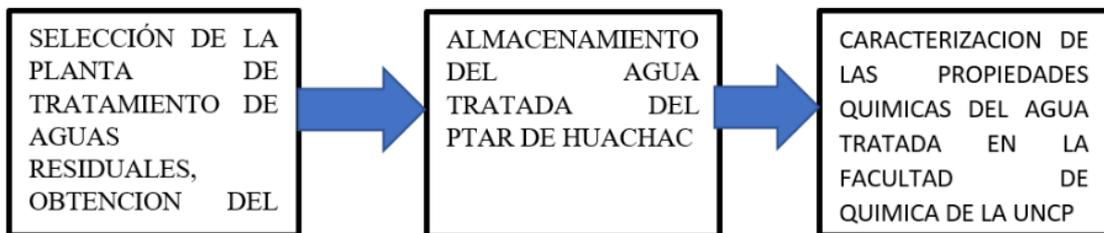
Se ha empleado la técnica de la investigación fue la **Observación directa**.

3.6.2. Instrumentos

En el caso de la investigación presentada las variables son objetivos que tanto para su medición han podido usar instrumentos mecánicos de medición directa (Equipos mecánicos como: Balanza, vernier, termómetro) que han podido ser requeridos para medir algunas características como % humedad, absorción, peso específico, peso unitario compactado PUC, peso unitario suelto PUS de los agregados; se midió las características de la mezcla de concreto en estado fresco como asentamiento, fraguado, aire en la mezcla, consistencia y las características en estado endurecido como resistencia a la compresión, ya que al ser magnitudes físicas los datos requeridos son medibles en equipos mecánicos. Es por ello que la validación de instrumentos es estrictamente a través de una ficha de recolección de datos, lo cual representa una información precisa y directa de los fenómenos.

3.7. Procesamiento de la información

Ilustración 9. *Proceso de obtención del agua de PTAR*



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

La presente investigación se realizó en dos fases, la cual consistió en la obtención del agua tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales de Huachac, su análisis químico para la elaboración del concreto premezclado.

La primera fase se realizó en los laboratorios de la facultad de química de la UNCP, obteniendo así el reporte de aguas N°57 del 2019, luego se llevó el agua potable obteniendo el reporte N°216 del 2019 con los parámetros físicos.

En la fase de laboratorio se realizó en la empresa GEOSCIENCES los controles de calidad en estado fresco y estado endurecido registrado con N°123 de informe emitido por la empresa.

3.7.1. Obtención del Agua tratada

La obtención del agua tratada fue de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales ubicada en la localidad de Huachac, la cual se encuentra en la provincia de Chupaca – región Junín.



Fotografía 1. *Extracción del agua de PTAR*

3.7.1.1. Ubicación Geográfica

La planta de tratamiento de aguas residuales está ubicada:

Región : Junín
Provincia : Chupaca
Distrito : Huachac

3.7.1.2. Coordenadas Geográficas

Latitud : 12°01'19.20" S
Longitud : 75°20'27.62" O
Altitud : 3360 m.s.n.m

3.7.1.3. Características del lugar

El distrito de Huachac está ubicado en la provincia de Chupaca denominado Sucursal del cielo por la característica típica de su clima, presenta una población de 2,948 pobladores y con una densidad

poblacional de 146,3 hab/km², siendo la planta de tratamiento para toda la población.

Tabla 9. *Parámetros meteorológicos*

Temperatura °C	T°C media anual máxima	12.8
	T°C media anual mínima	7.5
Precipitación	Promedio máximo	1125
	Promedio mínimo	533
Evapotranspiración	El valor está comprendido entre 0.5 y 1.0 por el volumen total de precipitación.	
Humedad relativa	Mañanas	45%
	Tardes	65%
	Promedio	55%

Fuente: INRENA 1995



Fotografía 2. *Características del lugar*

3.7.2. Materiales empleados para la acumulación de Agua tratada

Para realizar la presente investigación se utilizó el agua tratada del PTAR de Huachac la cual se encuentra ubicada en la provincia de Chupaca – región Junín, utilizando frascos químicos para el análisis de los parámetros fisicoquímicos.

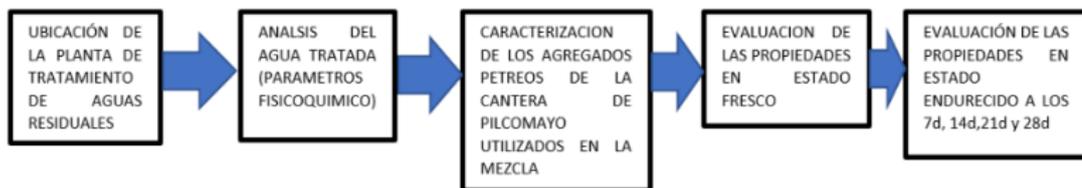
3.7.3. Acumulación de agua tratada

Se ha llevado una cantidad de 10 frascos de 30 ml respectivamente embalados y llevados al laboratorio de la facultad de química de la UNCP para su análisis respectivo, para luego almacenar 2 cilindros con el agua tratada para la elaboración de un concreto premezclado.

3.7.4. Análisis fisicoquímico

Se llevaron al análisis las aguas tanto del laboratorio como del PTAR a la facultad de química de la UNCP. Desarrollo metodológico de la investigación.

Ilustración 10. *Proceso de Evaluación*



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi



Fotografía 3. *Acumulación de agua tratada*

3.8. Técnicas y análisis de datos

Para las técnicas se han desarrollado a través del método estadísticos de la distribución normal, realizando gráficos e histogramas para luego calcular el valor

del t Student, para luego ser analizado también por el método de regresión simple calculando su correlación entre ambas variables.

3.8.1. Agua

Se llevaron al análisis el agua potable y el agua de PTAR empleadas en la investigación.

3.8.1.1. Análisis fisicoquímico del agua potable

Se ha realizado el estudio de los parámetros fisicoquímicos del agua potable del laboratorio GEOSCIENCES.

Tabla 10. *Reporte de Análisis de agua potable*

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO
Dureza Total	CaCO ₃ (mg/L)	270
Dureza Cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	40
Alcalinidad	CaCO ₃ (mg/L)	100
Cloruros	Cl ⁻ (mg/L)	37.54
Sulfatos	SO ₄ ⁻² (mg/L)	156.80
Conductividad	μS/cm	599.50
Solidos Disueltos	(mg/L)	296.50
Solidos Suspendidos	(mg/L)	53.31
Solidos Totales	(mg/L)	353.31
pH	pH	7.76
Turbidez	NTU	19.59

Fuente: Certificado FIQ-UNCP N°216-2019

3.8.1.2. Análisis fisicoquímico del agua tratada

Se ha realizado el estudio de los parámetros fisicoquímicos del agua tratada de PTAR de Huachac.

Tabla 11. *Reporte de Análisis de agua tratada*

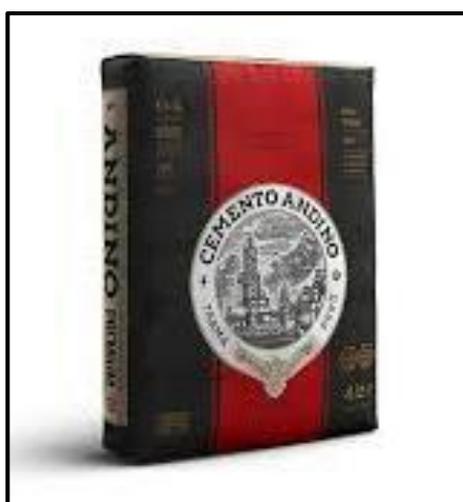
PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO
Dureza Total	CaCO ₃ (mg/L)	245
Dureza Cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	60
Alcalinidad	CaCO ₃ (mg/L)	20
Cloruros	Cl ⁻ (mg/L)	60.07
Sulfatos	SO ₄ ⁻² (mg/L)	161.70
Conductividad	μS/cm	930.00
Solidos Disueltos	(mg/L)	465.00
Solidos Suspendidos	(mg/L)	139.80
Solidos Totales	(mg/L)	609.80
pH	pH	6.79
Turbidez	NTU	11.38

Fuente: Certificado FIQ-UNCP N°057-2019

3.8.2. Cemento

En la investigación se empleó el cemento andino Tipo I, por constante uso en las construcciones sin un requerimiento de propiedades especiales, cumpliendo con las especificaciones técnicas de la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009.

Ilustración 11. *Cemento andino Tipo I*



Fuente: Productos Andino tipo I

3.8.2.1. Ensayos Físicos del cemento Portland tipo I Andino

Tabla 12. Ensayos físicos ASTM

DESCRIPCION	Unidad	Requisitos Físicos	Cemento Andino Portland Tipo I
Finura	% Retenido	100M	0.34
		170M	3.07
		200M	5.66
		325M	20.42
Superficie específica	cm ² /gr	-	3300
Densidad	gr/cm ³	-	3.11
Expansión Autoclave	%	-	0.02
Calor de Hidratación	cal/gr	7 días	64.93
Consistencia Normal	%	-	23.38
Falso Fraguado	%	-	68.44
Contenido de aire	%	-	6.5
Fraguado Vicat	Hr : min	Inicial	02:50
		Final	03:45
Fluidez (a/c)	a/c		0.485
Resistencia a la Compresión	kg/cm ²	3 días	204
		7 días	289
		28 días	392

Fuente: Pasquel, 1998

3.8.2.2. Análisis químico del cemento Portland tipo I Andino

Tabla 13. Análisis químico del cemento Portland

Requisitos Químicos	Portland Tipo I
SiO ₂ (%)	21.36
Al ₂ O ₃ (%)	4.81
Fe ₂ O ₃ (%)	3.23
CaO (%)	64.18
MgO (%)	0.96
SO ₃ (%)	2.41
Na ₂ O	0.15
K ₂ O (%)	0.65
TiO ₂ (%)	0.24
P ₂ O ₅ (%)	0.14
Mn ₂ O ₃ (%)	0.07
SrO (%)	0.10
P. Ignición (%)	1.24
TOTAL	100.04
Cal libre (%)	0.59
R. insoluble	0.42
Alcalisis total (%)	0.58
Fases de bogue considerando cal libre	

C ₃ S (%)	48.93
C ₃ S (%)	25.76
C ₃ A (%)	7.28
C ₄ AF (%)	9.83

Fuente: Pasquel, 1998

3.8.3. Agregados Pétreos

En la investigación se utilizó los agregados de la cantera de Pilcomayo.

3.8.3.1. Agregado fino

Para el desarrollo de la tesis se utilizó como agregado fino de la cantera del distrito de Pilcomayo, provincia de Huancayo región Junín la cual se encuentra a 20 km de distancia del centro de la ciudad.



Fotografía 4. *Análisis del agregado fino*

3.8.3.2. Ubicación de la cantera

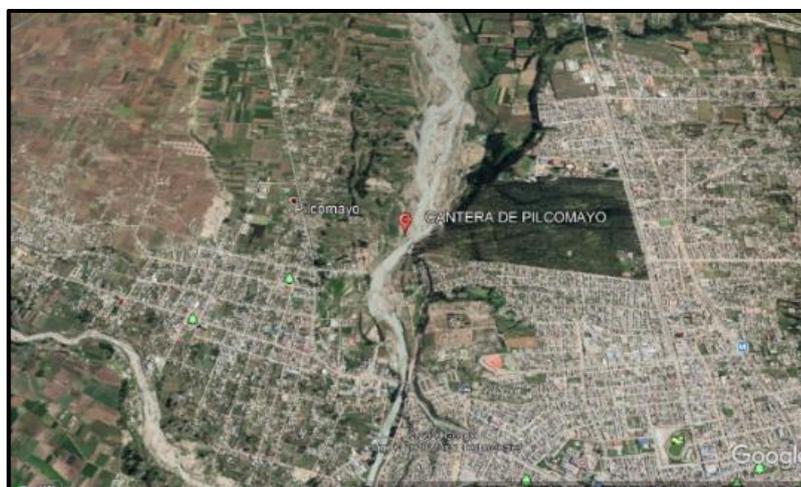
Ubicación geográfica de la cantera.

Región : Junín
 Provincia : Huancayo
 Distrito : Pilcomayo

3.8.3.3. Coordenadas Geográficas

La cantera de Pilcomayo está ubicada en las coordenadas:

Latitud : 12°02'37.91" S
 Longitud : 75°14'42.85" O
 Altitud : 3208 m.s.n.m



Fotografía 5. Imagen satelital de la Cantera de Pilcomayo

3.8.3.4. Caracterización física del agregado fino

Se ha realizado los ensayos físicos del agregado fino para poder obtener sus propiedades la cual fue desarrollada en el laboratorio GEOSCIENCES ubicada en el jirón la Florida N°355-Huancayo – Huancayo - Junín, siguiendo los parámetros de la NTP y ASTM.

Tabla 14. Caracterización física del agregado fino

PROPIEDADES	UNIDAD	NTP	RESULTADO
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³	400.017	1501
Peso unitario suelto húmedo	Kg/m ³	400.017	1384
Peso unitario compactado seco	Kg/m ³	400.017	1605
Peso unitario compactado húmedo	Kg/m ³	400.017	1490
Peso específico	gr/cm ³	400.021	2.25
Absorción	%	400.021	3.47
Módulo de Finura	-	400.012	3.575
Contenido de Humedad	%	339.185	8.46

3.8.3.5. Agregado grueso

Se extrajo de la cantera de Pilcomayo, de la provincia de Huancayo de la región de Junín.

Dicho muestreo según las normas de NTP (Normas Técnicas Peruanas).



Fotografía 6. *Análisis del agregado grueso*

3.8.3.6. Ubicación de la cantera

Ubicación geográfica de la cantera.

Región : Junín
Provincia : Huancayo
Distrito : Pilcomayo

3.8.3.7. Coordenadas Geográficas

La cantera de Pilcomayo está ubicada en las coordenadas:

Latitud : 12°02'37.91" S
Longitud : 75°14'42.85" O
Altitud : 3208 m.s.n.m

3.8.3.8. Caracterización física del agregado grueso

Se ha realizado los ensayos físicos del agregado grueso para poder obtener sus propiedades la cual fue desarrollada en el laboratorio

GEOSCIENCIAS ubicada en el jirón la Florida N°355-Huancayo – Huancayo - Junín, siguiendo los parámetros de la NTP y ASTM.

Tabla 15. Caracterización física del agregado grueso

PROPIEDADES	UNIDAD	NTP	RESULTADO
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³	400.017	1409
Peso unitario suelto húmedo	Kg/m ³	400.017	1416
Peso unitario compactado seco	Kg/m ³	400.017	1470
Peso unitario compactado húmedo	Kg/m ³	400.017	1478
Peso específico	gr/cm ³	400.021	2.60
Absorción	%	400.021	1.18
Módulo de Finura	-	400.012	7.406
Contenido de Humedad	%	339.185	0.50
Tamaño Máximo Nominal	TMN	400.012	3/4"

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

3.8.4. Especificaciones Técnicas Peruanas para un concreto de 175 kg/cm²

3.8.4.1. Resistencia a la compresión

Se ha diseñado mediante la metodología del ACI ya que dicho concreto está diseñado para nuestra zona presentando condiciones de climáticas extremas, siendo la compresión requerida de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ entonces se tiene el siguiente análisis:

Compresión requerida: $f'c=175 \text{ kg/cm}^2 + 70 \text{ kg/cm}^2 = 245 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 16. Resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión diseñada (Kg/cm ²)	Resistencia a la compresión requerida (Kg/cm ²)
Menos de 210	$f'c + 70$
Entre 210 a 350	$f'c + 84$
Mayor a 350	$1.10f'c + 50$

Fuente: ACI 318

3.8.4.2. Tamaño máximo Nominal del agregado grueso

Para el desarrollo de la investigación se ha utilizado piedra chancada de tamaño máximo nominal de 3/4", demostrando mediante el ensayo de Granulometría a la muestra evaluada.

3.8.4.3. Asentamiento (Slump)

Para la trabajabilidad de la muestra de un concreto normal se ha planteado con una consistencia de asentamiento de 4".



Fotografía 7. Asentamiento del concreto

3.8.4.4. Volumen de agua unitario

Para la determinación del volumen de agua necesaria en la mezcla nos vamos a referir al tamaño máximo nominal del agregado grueso 3/4" y para una buena consistencia plástica o para una buena trabajabilidad.

Tabla 17. Tamaño máximo y asentamiento

Asentamiento Slump (Pulg)	Agua por 1 m ³ para los tamaños máximos nominales del agregado grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160	140
6" a 7"	230	230	210	205	185	180	170	-

Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	180	175	165	160	145	140	135	120
3" a 4"	200	190	180	175	160	155	150	135
6" a 7"	215	205	190	185	170	165	160	-

Fuente: ACI 318

3.8.4.5. Contenido de aire

Para el cálculo del contenido de aire se ha empleado la tabla que esta referenciada con el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tabla 18. *Tamaño máximo nominal vs aire atrapado*

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado (%)
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: ACI 318

3.8.4.6. Relación agua - cemento

Se ha planteado un diseño de mezcla con una relación de $a/c=0.56$, que será para una resistencia de 210 kg/cm².

Tabla 19. *Relación entre agua-cemento*

Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm ²)	Relación agua – cemento en la masa	
	Sin aire incluido	Con aire incluido
450 (45)	0.38 (0.38)	0.31 (0.30)
400 (40)	0.43 (0.42)	0.34 (0.34)

350 (35)	0.48 (0.47)	0.40 (0.39)
300 (30)	0.55 (0.54)	0.46 (0.45)
250 (25)	0.62 (0.61)	0.53 (0.52)
200 (20)	0.70 (0.69)	0.61 (0.60)
150 (15)	0.80 (0.79)	0.72 (0.70)

Fuente: ACI 318

3.8.5. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla se realizó con el agregado de la cantera de Pilcomayo. Para el desarrollo de esta investigación se deberá de considerar la incorporación de agua de PTAR para una relación agua/cemento de 0.63 y un Slump de 4".

En base a ellos los diseños con el empleo de los materiales deberán ser celosamente estudiados para poder obtener un óptimo concreto.

Siendo el método de diseño empleado del ACI agregado global, para los mejores resultados en relación a su granulometría gruesa y fina.



Fotografía 8. Mezcla en estado fresco

3.8.5.1. Relación agua - cemento

Se ha planteado un diseño de mezcla normal para un concreto premezclado convencional de: $\text{Cemento} = 200 / 0.63 = 317.00 \text{ Kg/m}^3$.

3.8.5.2. Volumen de la pasta

Obteniendo los resultados del cálculo:

a) Cemento	:	0.102
b) Agua	:	0.200
c) Aire	:	0.020
d) Suma Total	:	0.322

3.8.5.3. Volumen absoluto de los agregados

Cálculo del volumen absoluto de los agregados:

El volumen del agregado absoluto sería: $1 - 0.322 = 0.678 \text{ m}^3$

3.8.5.4. Porcentajes de los agregados

Para el diseño de mezcla se ha utilizado el método ACI del agregado global, lo cual determina una curva del peso unitario suelto y compactado en la combinación de agregados.

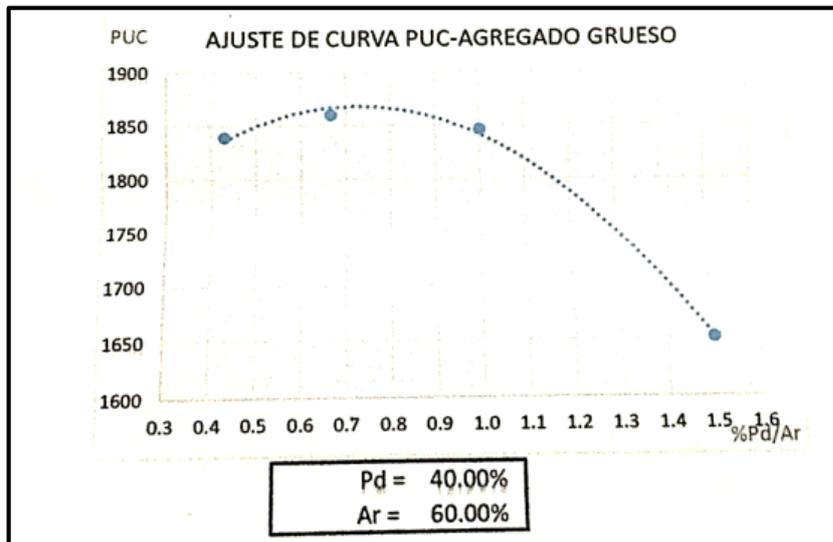
Con lo cual se ha obtenido una combinación de agregados para la obtención de 60% de agregado fino y un 40%v de agregado grueso.

Tabla 20. *Porcentajes de los agregados*

Agregado Fino (%)	Peso Unitario Compactado PUC (Kg/cm³)
1.50	1650 kg/cm ³
1.20	1780 kg/cm ³
1.00	1850 kg/cm ³
0.60	1860 kg/cm ³
0.45	1840 kg/cm ³

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Ilustración 12. Peso unitario compactado 175kg/cm²



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

3.8.5.5. Cálculo de volumen absoluto de los agregados

Para el cálculo de volumen absoluto se ha utilizado.

1. Volumen del agregado fino $0.678 \times 0.6 = 0.407 \text{ m}^3$
2. Volumen del agregado grueso $0.678 \times 0.4 = 0.271 \text{ m}^3$

Para el cálculo de pesos de los agregados secos.

1. Peso seco del agregado fino $0.407 \times 2.25 \times 1000 = 915.75 \text{ kg/m}^3$
2. Peso seco del agregado grueso $0.271 \times 2.60 \times 1000 = 704.60 \text{ kg/m}^3$

Corrección de los agregados por humedad.

1. Corrección del agregado fino $915.75 \times (1 + 8.46\%) = 946.570 \text{ kg/m}^3$
2. Corrección agregado grueso $704.60 \times (1 + 0.50\%) = 715.621 \text{ kg/m}^3$

Corrección del agua por la humedad y su absorción.

1. Agua en la mezcla: $200 \text{ lt} - ((715.621 \times (0.50 - 1.18) / 100)) - ((946.570 \times (8.46 - 3.47) / 100)) = 157.680 \text{ lt}$.

3.8.5.6. Cuadro de diseño para 175 kg/cm²

Tabla 21. Diseño para 175 kg/cm²

DISEÑO ESTÁTICO					DISEÑO DINÁMICO			DISEÑO EN LABORATORIO		
	Peso (Kg)	P.e. (g/cm ³)	Vol. (m ³)	P.U.	D.O	P.U.	Tnd1bls (Kg)	Probta 6" x 12"	1 cono (25 kg)	briqueta (kg) 4x8
Cemento (bol)	317.000	3.110	0.102	1.000	317.0	1.000	42.500	2.374	3.709	0.593
Agua (L)	200.000	1.000	0.200	0.631	157.7	0.497	21.140	1.181	1.845	0.295
Piedra (kg)	714.616	2.635	0.271	2.254	715.621	2.257	95.943	5.358	8.372	1.340
Arena (kg)	945.486	2.324	0.407	2.983	946.570	2.986	126.906	7.088	11.074	1.772
% Aire	0.020		0.020			6.741				

Fuente: Certificado de laboratorio GEOSCIENCES

3.8.6. Especificaciones Técnicas Peruanas para un concreto de 210 kg/cm²

3.8.6.1. Resistencia a la compresión

Se ha diseñado mediante la metodología del ACI ya que dicho concreto está diseñado para nuestra zona presentando condiciones de climáticas extremas, siendo la compresión requerida de $f'c=210\text{kg/cm}^3$ entonces se tiene el siguiente análisis:

$$\text{Compresión requerida: } f'c=210 \text{ kg/cm}^3 + 84 \text{ kg/cm}^3 = 294 \text{ kg/cm}^3$$

Tabla 22. Resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión diseñada (Kg/cm ²)	Resistencia a la compresión requerida (Kg/cm ²)
Menos de 210	$f'c + 70$
Entre 210 a 350	$f'c + 84$
Mayor a 350	$1.10f'c + 50$

Fuente: ACI 318

3.8.6.2. Tamaño máximo Nominal del agregado grueso

Para el desarrollo de la investigación se ha utilizado piedra chancada de tamaño máximo nominal de 3/4", demostrando mediante el ensayo de Granulometría a la muestra evaluada.

3.8.6.3. Asentamiento (Slump)

Para la trabajabilidad de la muestra de un concreto normal se ha planteado con una consistencia de asentamiento de 4".



Fotografía 9. Slump de 4"

3.8.6.4. Volumen de agua unitario

Para la determinación del volumen de agua necesaria en la mezcla nos vamos a referir al tamaño máximo nominal del agregado grueso $\frac{3}{4}$ " y para una buena consistencia plástica o para una buena trabajabilidad.

Tabla 23. Tamaño máximo y asentamiento

Asentamiento Slump (Pulg)	Agua por 1 m ³ para los tamaños máximos nominales del agregado grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	205	200	185	180	160	155	145	125
3" a 4"	225	215	200	195	175	170	160	140
6" a 7"	230	230	210	205	185	180	170	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	180	175	165	160	145	140	135	120
3" a 4"	200	190	180	175	160	155	150	135
6" a 7"	215	205	190	185	170	165	160	-

Fuente: ACI 318

3.8.6.5. Contenido de aire

Para el cálculo del contenido de aire se ha empleado la tabla que esta referenciada con el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tabla 24. Tamaño máximo nominal vs aire atrapado

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado (%)
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: ACI 318

3.8.6.6. Relación agua - cemento

Se ha planteado un diseño de mezcla con una relación de $a/c=0.56$, que será para una resistencia de 210 kg/cm^2 .

Tabla 25. Relación entre agua-cemento

Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm^2)	Relación agua – cemento en la masa	
	Sin aire incluido	Con aire incluido
450 (45)	0.38 (0.38)	0.31 (0.30)
400 (40)	0.43 (0.42)	0.34 (0.34)
350 (35)	0.48 (0.47)	0.40 (0.39)
300 (30)	0.55 (0.54)	0.46 (0.45)
250 (25)	0.62 (0.61)	0.53 (0.52)
200 (20)	0.70 (0.69)	0.61 (0.60)
150 (15)	0.80 (0.79)	0.72 (0.70)

Fuente: ACI 318

3.8.7. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla se realizó con el agregado de la cantera de Pilcomayo. Para el desarrollo de esta investigación se deberá de considerar la incorporación de agua de PTAR para una relación agua/cemento de 0.56 y un Slump de 4".

En base a ellos los diseños con el empleo de los materiales deberán ser celosamente estudiados para poder obtener un óptimo concreto.

Siendo el método de diseño empleado del ACI agregado global, para los mejores resultados en relación a su granulometría gruesa y fina.



Fotografía 10. *Preparación de la mezcla para control de la trabajabilidad*

3.8.7.1. Relación agua - cemento

Se ha planteado un diseño de mezcla normal para un concreto premezclado convencional de: $\text{Cemento} = 200 / 0.56 = 357.14 \text{ Kg/m}^3$.

3.8.7.2. Volumen de la pasta

Obteniendo los resultados del cálculo:

e) Cemento	:	0.115
f) Agua	:	0.200
g) Aire	:	0.020
h) Suma Total	:	0.335

3.8.7.3. Volumen absoluto de los agregados

Cálculo del volumen absoluto de los agregados:

El volumen del agregado absoluto sería: $1 - 0.335 = 0.665 \text{ m}^3$



Fotografía 11. *Pesaje de los agregados*

3.8.7.4. Porcentajes de los agregados

Para el diseño de mezcla se ha utilizado el método ACI del agregado global, lo cual determina una curva del peso unitario suelto y compactado en la combinación de agregados.

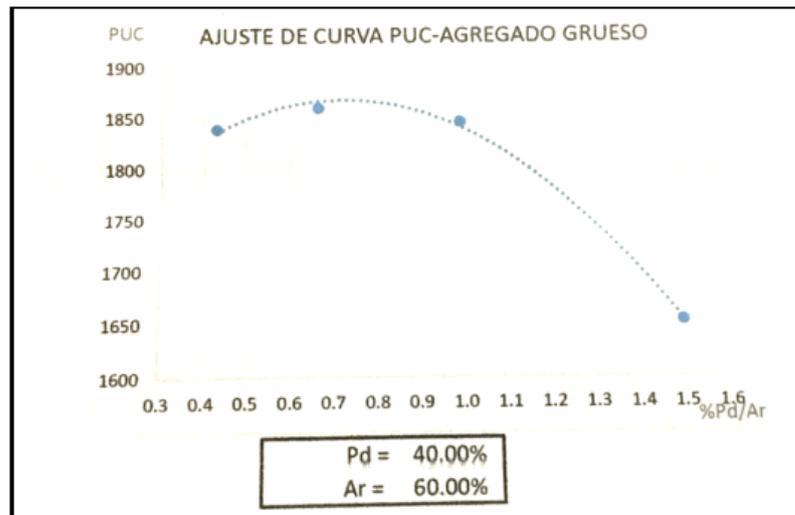
Con lo cual se ha obtenido una combinación de agregados para la obtención de 60% de agregado fino y un 40%v de agregado grueso.

Tabla 26. *Porcentajes de los agregados*

Agregado Fino (%)	Peso Unitario Compactado PUC (Kg/cm ³)
1.50	1650 kg/cm ³
1.20	1780 kg/cm ³
1.00	1850 kg/cm ³
0.60	1860 kg/cm ³
0.45	1840 kg/cm ³

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Ilustración 13. Peso unitario compactado



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

3.8.7.5. Cálculo de volumen absoluto de los agregados

Para el cálculo de volumen absoluto se ha utilizado.

3. Volumen del agregado fino $0.665 \times 0.6 = 0.399 \text{ m}^3$
4. Volumen del agregado grueso $0.665 \times 0.4 = 0.268 \text{ m}^3$

Para el cálculo de pesos de los agregados secos.

5. Peso seco del agregado fino $0.399 \times 2.25 \times 1000 = 897.75 \text{ kg/m}^3$
6. Peso seco del agregado grueso $0.266 \times 2.60 \times 1000 = 691.60 \text{ kg/m}^3$

Corrección de los agregados por humedad.

3. Corrección del agregado fino $897.75 \times (1 + 8.46\%) = 928.636 \text{ kg/m}^3$
4. Corrección agregado grueso $691.60 \times (1 + 0.50\%) = 702.066 \text{ kg/m}^3$

Corrección del agua por la humedad y su absorción.

2. Agua en la mezcla: $200 \text{ lt} - ((702.066 \times (0.50 - 1.18) / 100)) - ((928.636 \times (8.46 - 3.47) / 100)) = 158.482 \text{ lt}$.

3.8.7.6. Cuadro de diseño para 210 kg/cm²

Tabla 27. Diseño para 210 kg/cm²

DISEÑO ESTÁTICO					DISEÑO DINÁMICO			DISEÑO EN LABORATORIO		
	Peso (Kg)	P.e. (g/cm ³)	Vol. (m ³)	P.U.	D.O	P.U.	Tnd1bls (Kg)	Probta 6" x 12"	1 cono (25 kg)	briqueta (kg) 4x8
Cemento (bol)	357.000	3.110	0.115	1.000	357.0	1.000	42.500	2.661	4.159	0.665
Agua (L)	200.000	1.000	0.200	0.560	158.5	0.444	18.867	1.182	1.846	0.295
Piedra (kg)	701.061	2.635	0.266	1.964	702.066	1.967	83.579	5.234	8.178	1.308
Arena (kg)	927.551	2.324	0.399	2.598	928.636	2.601	10.552	6.923	10.817	1.731
% Aire	0.020		0.020			6.012				

Fuente: Certificado de laboratorio GEOSCIENCES

3.8.1. Ensayos de la mezcla en estado fresco

Para los ensayos del concreto en estado fresco se ha realizado en el laboratorio de GEOSCIENCES ubicada en el Jr. La Florida N°335 en el distrito de Huancayo, provincia de Huancayo región Junín. Los equipos utilizados presentan certificado de calibración y se realizó bajo los ensayos estandarizados en Norma Técnica Peruana (NTP) y American Society of Testing Materials (ASTM), las cuales pueden garantizar un buen producto que son confiables en la investigación.



Fotografía 12. Mezcla en estado fresco

3.8.1.1. Mezcla de Concreto

La mezcla de los concretos se ha realizado en el laboratorio ya mencionado siguiendo las especificaciones técnicas de la NTP 339.183 para el concreto normal, con cual podemos definir un proceso de realización de los ensayos.

- 1) Humedecer las superficies de la mezcladora.
- 2) Añadir el agregado grueso y el agregado fino.
- 3) Añadir el agua y cemento a la mezcla para luego poner a rotar la mezcla.
- 4) El tiempo de mezclado será por 5 minutos.
- 5) Colocar el material en un recipiente limpio y húmedo.
- 6) Conservar uniformidad de la mezcla.



Fotografía 13. *Elaboración del concreto premezclado*

3.8.1.2. Trabajabilidad de la muestra

Para la evaluación de la trabajabilidad de la muestra se realizó el ensayo de asentamiento el cual se desarrolla mediante el control de Cono de Abrams, para un asentamiento de 4" según la Norma Técnica Peruana 339.035.



Fotografía 14. *Control del premezclado*

3.8.1.3. Aire incorporado en la muestra

El contenido de aire es un parámetro de vital importancia porque se analizará el comportamiento del agua tratada de PTAR en la mezcla del concreto, para lo cual se seguirá los parámetros de evaluación estipulados en la Norma Técnica Peruana NTP 339.083, con el equipo de la olla Washington.

3.8.1.4. Exudación en la muestra

La exudación de la mezcla será evaluada mediante la Norma Técnica Peruana NTP 339.077, la cual consiste en colocar la muestra en un molde estable limpio y con una superficie húmeda, para que posteriormente sea extraída el agua superficial en el concreto, que con ayuda de una pipeta será medida durante un tiempo estipulado. Se va tomando el control de los tiempos para que luego el proceso de ocurrencia empiece a endurecerse y ya no se presenta exudación.

3.8.1.5. Elaboración de probetas cilíndricas 6" x 12"

Para la elaboración de las probetas cilíndricas se utilizó probetas de 6" x 12" procediendo según los parámetros de la Norma Técnica Peruana NTP 339.033 para concretos normales.

3.8.1.6. Propiedades del concreto endurecido

Para la evaluación de las propiedades de un concreto endurecido es indispensable poder evaluar el comportamiento, ya que se evaluará el concreto en estado endurecido con incorporación de agua tratada PTAR, ya que los ensayos tienen la finalidad de evaluar los resultados obtenidos.



Fotografía 15. *Probetas elaboradas para control a la compresión*

3.8.1.7. Ensayo a la resistencia a compresión

La rotura de probetas fue desarrollada en el laboratorio de GEOSCIENCES siguiendo las indicaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 339.034 siguiendo el procedimiento estipulado como sigue a continuación:

- a) Las probetas tienen que ser retiradas del agua y dejar reposar en un promedio de 2 a 3 horas.
- b) Colocamos la especificación de espécimen para la rotura del cabeza inferior y superior manteniendo el eje de la probeta.
- c) Detallamos la carga y la velocidad de esfuerzo para la probeta de 6" x 12".
- d) Se aplica la compresión y se marca el dato de rotura.



Fotografía 16. *Roturas de Probetas*

3.8.1.8. Permeabilidad de la probeta

El ensayo se realizará bajo las normativas ACI 350.1 teniendo como prueba hidrostática la capacidad de la contención de agua. Este ensayo consiste en llenar cubetas de agua, teniendo que dejar 5 cm por debajo de la superficie para luego ser evaluadas por 24 horas. Se realizó el siguiente procedimiento:

- a) Se ha elaborado moldes para colocar para el ensayo de la permeabilidad.
- b) Son curados por 28 días.
- c) La evaluación se ha desarrollado mediante un análisis métrico durante 4 días.



Fotografía 17. *Probetas en curado*

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

La presente investigación se ha presentado los resultados que se han obtenido en los ensayos de un concreto premezclado en estado fresco y estado endurecido, utilizando agua tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Huachac, de la provincia de Chupaca, región Junín.

La incorporación de esta agua tratada en reemplazo del agua potable ha contribuido en evaluar sus propiedades en estado fresco como: Asentamiento de la mezcla, aire incorporado y la exudación, ya que dichas propiedades tendrán una incidencia directa en el desempeño del concreto en estado endurecido, para lo cual se ha planteado dos análisis para una resistencia de 175 kg/cm² y 210 kg/cm².

4.1. Parámetros fisicoquímicos del agua

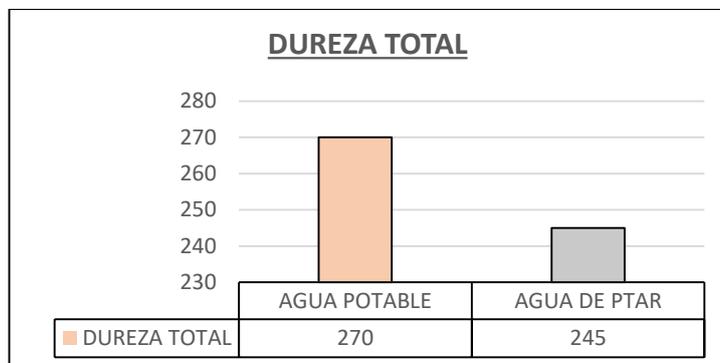
Para el análisis de los parámetros fisicoquímicos de la calidad de agua tratada se ha realizado mediante los análisis de: Dureza total, dureza cálcica, alcalinidad, cloruros, sulfatos, conductividad, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, sólidos totales, el grado de pH y su turbidez la cuales fueron desarrolladas en el laboratorio de la facultad de Química de la UNCP, teniendo como reporte para el agua potable de N°216 – 2019 y para el agua tratada de N°57 - 2019.

4.1.1. Dureza total del agua

La dureza total del agua es la sumatoria de durezas individuales de los iones de calcio, magnesio estroncio y el bario para luego formar un carbonato o un bicarbonato.

Cuando ocurre la carbonatación en el concreto representa la pérdida del pH ya que este reacciona en los poros y genera como un cáncer al concreto por dentro que produce una desmoronación constante en toda la superficie.

Ilustración 14. Dureza Total de agua



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

La dureza total del agua potable tiene 270 (mg/L) de CaCO_3 y la dureza total del agua tratada tiene un valor de 245 (mg/L) de CaCO_3 representando que el agua tratada es menor en relación a la dureza total en 9.26%.

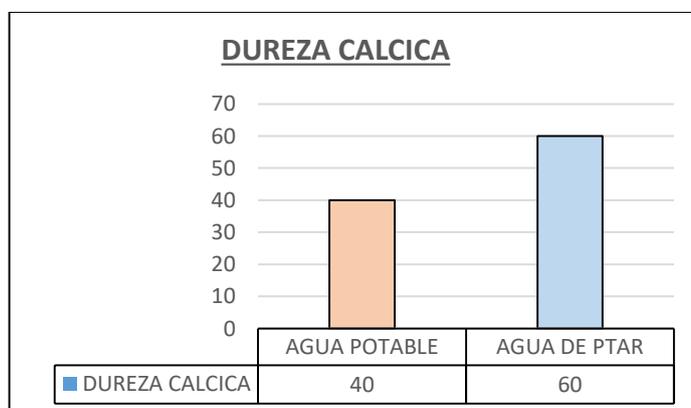
Para lo cual es trabajable con el concreto.

4.1.2. Dureza cálcica del agua

La dureza cálcica del agua es el contenido en el agua de sales de calcio y sales de magnesio, para sumarse y medir estos parámetros.

Este fenómeno genera en los poros del concreto una desintegración del concreto haciendo que pierda su adherencia y composición.

Ilustración 15. Dureza Cálcica de agua



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

La dureza cálcica del agua potable tiene 40 (mg/L) de CaCO_3 y la dureza cálcica del agua tratada tiene un valor de 60 (mg/L) de CaCO_3 representando que el agua tratada es mayor en relación a la dureza cálcica en 50.00%.

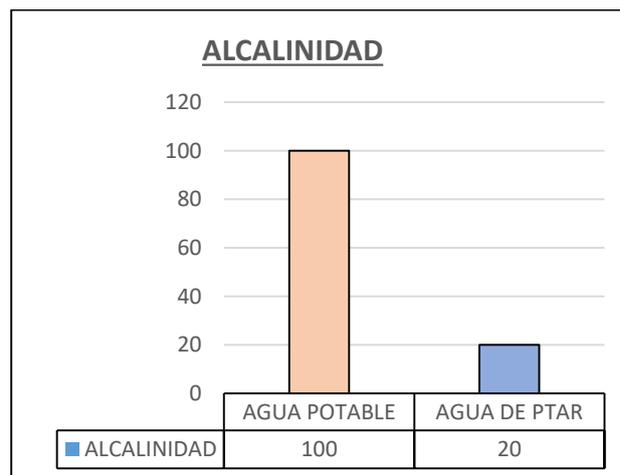
Para lo cual es trabajable con el concreto.

4.1.3. Alcalinidad del agua

La alcalinidad del agua es una medida de como neutraliza los ácidos presentes generando una base débil y/o fuerte.

Cuando estos valores de acidez del suelo son muy altos es recomendable utilizar cementos alcalinos para compensar este fenómeno.

Ilustración 16. *Alcalinidad del agua*



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

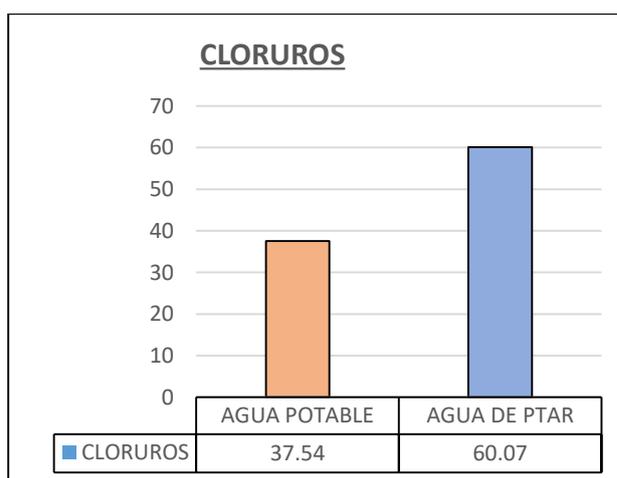
La alcalinidad del agua potable tiene 100 (mg/L) de CaCO_3 y la alcalinidad del agua tratada tiene un valor de 20 (mg/L) de CaCO_3 representando que el agua tratada es menor en relación a la alcalinidad en 80.00%.

Para lo cual es trabajable con el concreto convencional en un premezclado.

4.1.4. Cloruros en el agua

Los cloruros en el agua generan que la adherencia entre el acero y el concreto no se optimiza por la presencia del oxígeno y la humedad propia de las barras, lo cual es un desencadenante para la corrosión del concreto.

Ilustración 17. Cloruros en el agua



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

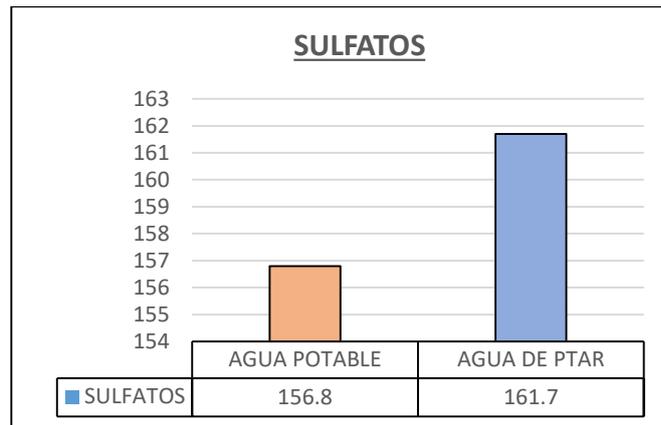
Los cloruros del agua potable tienen 37.54 (mg/L) de Cl⁻ y los cloruros del agua tratada un valor de 60.07 (mg/L) de Cl⁻ representando que el agua tratada es mayor en relación a los cloruros en 60.02%.

Para lo cual es trabajable con el concreto convencional en un premezclado.

4.1.5. Sulfatos en el agua

Los sulfatos en el agua generan en el concreto una reacción formando con un hidróxido de calcio para así liberar en el proceso de hidratación una reacción con los sulfatos de calcio, formando así sulfatos de aluminato denominado Etringita, lo cual cambia de color en el concreto.

Ilustración 18. Sulfatos en el agua



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

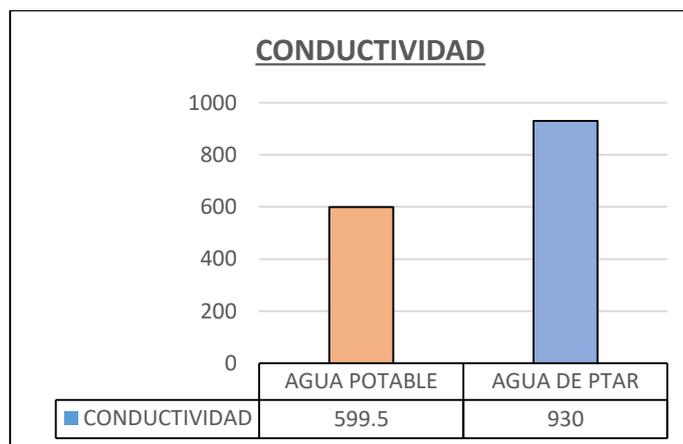
Los sulfatos del agua potable tienen 156.80 (mg/L) de SO_4^{-2} y los sulfatos del agua tratada un valor de 161.70 (mg/L) de SO_4^{-2} representando que el agua tratada es mayor en relación a los sulfatos en 3.13%.

Para lo cual es trabajable con el concreto convencional en un premezclado.

4.1.6. Conductividad en el agua

La conductividad del agua es la capacidad que se tiene para poder conducir la corriente eléctrica y esto se debe a los iones presentes ya estos provienen de las sales disueltas a través de los iones en el agua.

Ilustración 19. Conductividad en el agua



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

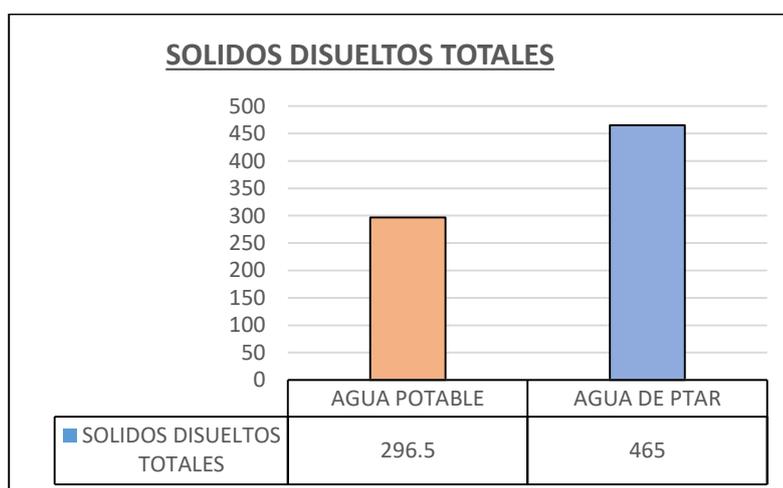
La conductividad en el agua potable tiene 599.50 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y la conductividad del agua tratada un valor de 930.00 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) representando que el agua tratada es mayor en relación a la conductividad en 55.13%.

Para lo cual es trabajable con el concreto convencional en un premezclado.

4.1.7. Sólidos disueltos en el agua

Son los miligramos de residuo solido que son quedados después de evaporar el agua, siendo este factor los iones que permiten la conductividad eléctrica en el agua.

Ilustración 20. *Solidos disueltos en el agua*



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

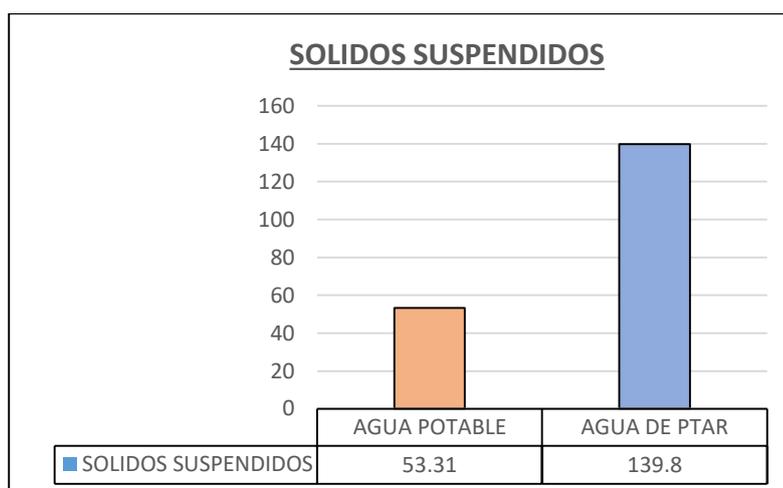
Los sólidos disueltos totales en el agua potable tienen 296.50 (mg/L) y la conductividad del agua tratada un valor de 465.00 (mg/L) representando que el agua tratada es mayor en relación a la conductividad en 55.13%.

Para lo cual es trabajable con el concreto convencional en un premezclado.

4.1.8. Sólidos suspendidos en el agua

Los sólidos suspendidos son producidos por el arrastre del agua presentando de diferente granulometría siendo los que se sedimentan y los que no se sedimentan.

Ilustración 21. Sólidos suspendidos en el agua



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

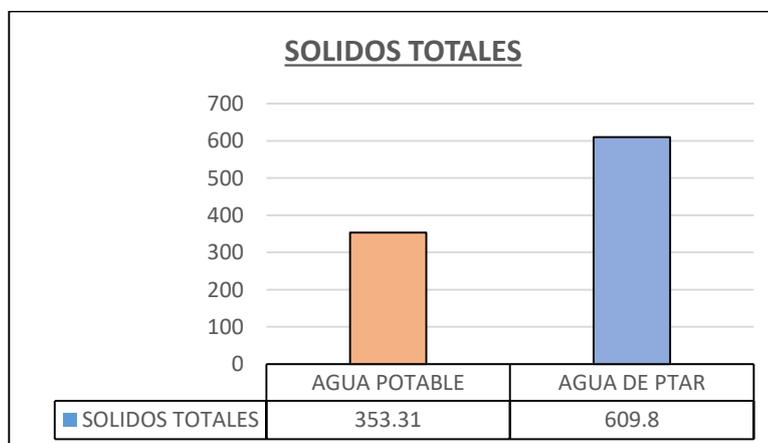
Los sólidos suspendidos en el agua potable tienen 53.31 (mg/L) y los sólidos suspendidos del agua tratada un valor de 139.80 (mg/L) representando que el agua tratada es mayor en relación a los sólidos suspendidos en 162.24%.

Para lo cual es trabajable con el concreto convencional en un premezclado.

4.1.9. Sólidos Totales en el agua

Los sólidos totales elementos que se depositan en el fondo del conducto que pueden ser de larvas, siendo este un factor muy importante para la conglomeración y durabilidad del concreto.

Ilustración 22. Sólidos totales en el agua



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

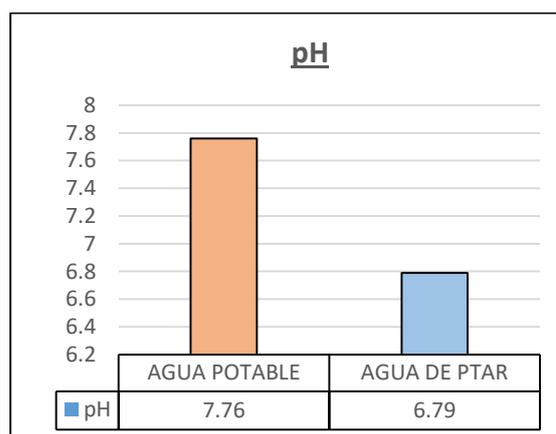
Los sólidos totales en el agua potable tienen 353.31 (mg/L) y los sólidos totales del agua tratada un valor de 609.80 (mg/L) representando que el agua tratada es mayor en relación a los sólidos totales en 72.60%.

Para lo cual es trabajable con el concreto convencional en un premezclado.

4.1.10. pH del agua

El pH del agua es el grado de acidez que presenta siendo la conductividad uno de los factores para evaluar este parámetro ya que los iones marcan el grado de acidez, siendo un valor importante para ver el comportamiento del concreto en relación a las sales.

Ilustración 23. pH del agua



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

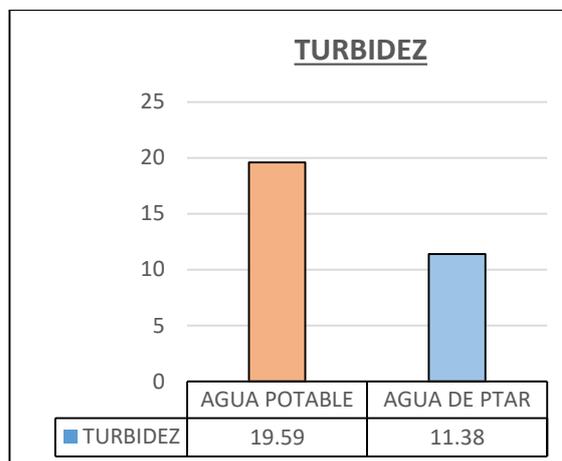
El pH en el agua potable tiene 7.76 (pH) y el pH del agua tratada un valor de 6.79 (pH) representando que el agua tratada es menor siendo más ácido en relación a su pH en 12.50%.

Para lo cual es trabajable con el concreto convencional en un premezclado.

4.1.11. Turbidez del agua

La turbidez es el grado de transparencia que presenta el agua, esto es debido a la presencia de las partículas en suspensión.

Ilustración 24. Grado de Turbidez del agua



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

La turbidez del agua potable tiene 19.59 (NTU) y la turbidez del agua tratada un valor de 11.38 (NTU) representando que el agua tratada es menor siendo más ácido en relación a su pH en 41.91%.

Para lo cual es trabajable con el concreto convencional en un premezclado.

4.1.12. Resumen de los resultados de los parámetros del agua

Con los valores obtenidos podemos resumir los resultados y evaluar su comportamiento con la mezcla de concreto.

Tabla 28. Reporte general del Análisis de agua

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UND	RESULTADO AGUA POTABLE	RESULTADO AGUA TRATADA
Dureza Total	CaCO ₃ (mg/L)	270	245
Dureza Cálcica	CaCO ₃ (mg/L)	40	60
Alcalinidad	CaCO ₃ (mg/L)	100	20
Cloruros	Cl ⁻ (mg/L)	37.54	60.07

Sulfatos	SO ₄ ⁻² (mg/L)	156.80	161.70
Conductividad	μS/cm	599.50	930.00
Solidos Disueltos	(mg/L)	296.50	465.00
Solidos Suspendedos	(mg/L)	53.31	139.80
Solidos Totales	(mg/L)	353.31	609.80
pH	pH	7.76	6.79
Turbidez	NTU	19.59	11.38

Fuente: Certificado FIQ-UNCP N°057-2019

4.2. Análisis de los resultados

4.2.1. Control del asentamiento (Agua Potable)

El asentamiento del concreto en estado fresco sirve para poder determinar la trabajabilidad de la mezcla, en la presente investigación se controló y evaluó el concreto premezclado con agua potable y con agua tratada de PTAR – Huachac – Chupaca, para una resistencia de 175 kg/cm² y de 210 kg/cm² con una relación agua/cemento de 0.63 y de 0.56 respectivamente.

1) Ensayo de Asentamiento con agua potable N°01

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 29. *Asentamiento con agua potable N°01*

N° DE ENSAYO	HORA	T° AMBIENTE	AGUA (L)	SLUMP (pulg.)	Media (pulg.)
1	10:00	14.5	2.16	4.25	4.23
2	10:05	14.0	2.16	4.25	
3	10:10	14.0	2.16	4.20	

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

2) Ensayo de Asentamiento con agua potable N°02

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 30. Asentamiento con agua potable N°02

N° DE ENSAYO	HORA	T° AMBIENTE	AGUA (L)	SLUMP (pulg.)	Media (pulg.)
1	10:00	14.5	2.16	4.35	4.23
2	10:05	14.0	2.16	4.35	
3	10:10	14.0	2.16	4.30	

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

3) Ensayo de Asentamiento con agua tratada N°01

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 31. Asentamiento con agua tratada N°01

N° DE ENSAYO	HORA	T° AMBIENTE	AGUA (L)	SLUMP (pulg.)	Media (pulg.)
1	10:00	14.5	2.16	4.20	4.22
2	10:05	14.0	2.16	4.20	
3	10:10	14.0	2.16	4.15	

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

4) Ensayo de Asentamiento con agua tratada N°02

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 32. Asentamiento con agua tratada N°02

N° DE ENSAYO	HORA	T° AMBIENTE	AGUA (L)	SLUMP (pulg.)	Media (pulg.)
1	10:00	14.5	2.16	4.30	4.22
2	10:05	14.0	2.16	4.30	
3	10:10	14.0	2.16	4.35	

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Análisis del asentamiento fresco:

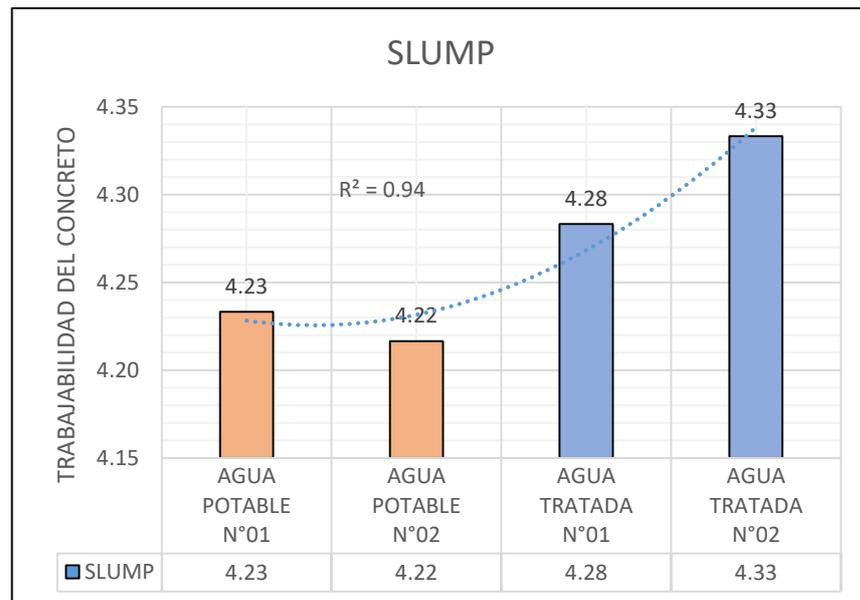
Tabla 33. Valores ensayados del asentamiento

REPETICION	AGUA POTABLE		AGUA TRATADA	
	M1	M2	M1	M2
1	4.25	4.20	4.30	4.35

2	4.25	4.20	4.30	4.35
3	4.20	4.25	4.25	4.30
MEDIA	4.23	4.22	4.28	4.33
DESVIACION ESTANDAR	0.029	0.035	0.068	0.126
VARIACION	100%		102%	

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Tabla 34. Trabajabilidad de la muestra



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

En la tabla se puede apreciar la trabajabilidad de la muestra la cual tiene un promedio de 4.23 pulgadas para el Slump de agua potable y un promedio de 4.31 pulgadas para el Slump de agua tratada. Donde se puede observar que presenta una línea de tendencia creciente que va desde 4.22 pulgadas hasta 4.33 pulgadas cómo se representa en el gráfico.

4.2.2. Control del contenido de Aire

Con este ensayo nos ha permitido evaluar la muestra en estado fresco y poder ver el porcentaje de aire incorporado en la mezcla de concreto premezclado con agua potable y el concreto con agua tratada de PTAR.

1) Ensayo de incorporación de aire con agua potable N°01

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 35. *Incorporación de aire con agua potable N°01*

DESCRIPCION	MUESTRA	CANTIDAD DE AIRE	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA
Concreto premezclado con agua potable	M1	1.9	0.163	1.7
Concreto premezclado con agua potable	M2	1.7		
Concreto premezclado con agua potable	M3	1.5		

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

2) Ensayo de incorporación de aire con agua potable N°02

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 36. *Incorporación de aire con agua potable N°02*

DESCRIPCION	MUESTRA	CANTIDAD DE AIRE	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA
Concreto premezclado con agua potable	M1	1.8	0.047	1.83
Concreto premezclado con agua potable	M2	1.9		
Concreto premezclado con agua potable	M3	1.8		

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

3) Ensayo de incorporación de aire con agua tratada N°01

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 37. *Incorporación de aire con agua tratada N°01*

DESCRIPCION	MUESTRA	CANTIDAD DE AIRE	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA
-------------	---------	------------------	---------------------	-------

Concreto premezclado con agua tratada	M1	2.5	0.170	2.57
Concreto premezclado con agua tratada	M2	2.8		
Concreto premezclado con agua tratada	M3	2.4		

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

4) Ensayo de incorporación de aire con agua tratada N°02

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 38.- Incorporación de aire con agua tratada N°02

DESCRIPCION	MUESTRA	CANTIDAD DE AIRE	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA
Concreto premezclado con agua tratada	M1	2.2	0.170	2.43
Concreto premezclado con agua tratada	M2	2.6		
Concreto premezclado con agua tratada	M3	2.5		

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

4.2.3. Control corregido del contenido de Aire por agregado

El agregado es el componente responsable de incorporar aire atrapado, siendo la corrección por la incorporación de aire de 0.5% como una característica.

1) Humedad corregida con agua potable N°01

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 39. Humedad corregida con agua potable N°01

DESCRIPCION	M	CANTIDAD DE AIRE	CORRECCION POR HUMEDAD	CONTENIDO DE AIRE CORREGIDO	DESV. EST	MEDIA
Concreto premezclado con agua potable	M1	1.9	0.5	1.4	0.163	1.2
Concreto premezclado con agua potable	M2	1.7	0.5	1.2		
Concreto premezclado con agua potable	M3	1.5	0.5	1.0		

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

2) Humedad corregida con agua potable N°02

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 40. Humedad corregida con agua potable N°02

DESCRIPCION	M	CANTIDAD DE AIRE	CORRECCION POR HUMEDAD	CONTENIDO DE AIRE CORREGIDO	DESV. EST	MEDIA
Concreto premezclado con agua potable	M1	1.8	0.5	1.3	0.047	1.33
Concreto premezclado con agua potable	M2	1.9	0.5	1.4		
Concreto premezclado con agua potable	M3	1.8	0.5	1.3		

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

3) Humedad corregida con agua tratada N°01

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 41. Humedad corregida con agua tratada N°01

DESCRIPCION	M	CANTIDAD DE AIRE	CORRECCION POR HUMEDAD	CONTENIDO DE AIRE CORREGIDO	DESV. EST	MEDIA
concreto premezclado con agua tratada	M1	2.5	0.5	2.0	0.170	1.87

concreto premezclado con agua tratada	M2	2.2	0.5	1.7		
concreto premezclado con agua tratada	M3	2.4	0.5	1.9		

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

4) Humedad corregida con agua tratada N°02

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 42. Humedad corregida con agua tratada N°02

DESCRIPCION	M	CANTIDAD DE AIRE	CORRECCION POR HUMEDAD	CONTENIDO DE AIRE CORREGIDO	DESV. EST	MEDIA
Concreto premezclado con agua tratada	M1	2.8	0.5	2.3	0.170	2.13
Concreto premezclado con agua tratada	M2	2.6	0.5	2.1		
Concreto premezclado con agua tratada	M3	2.5	0.5	2.0		

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

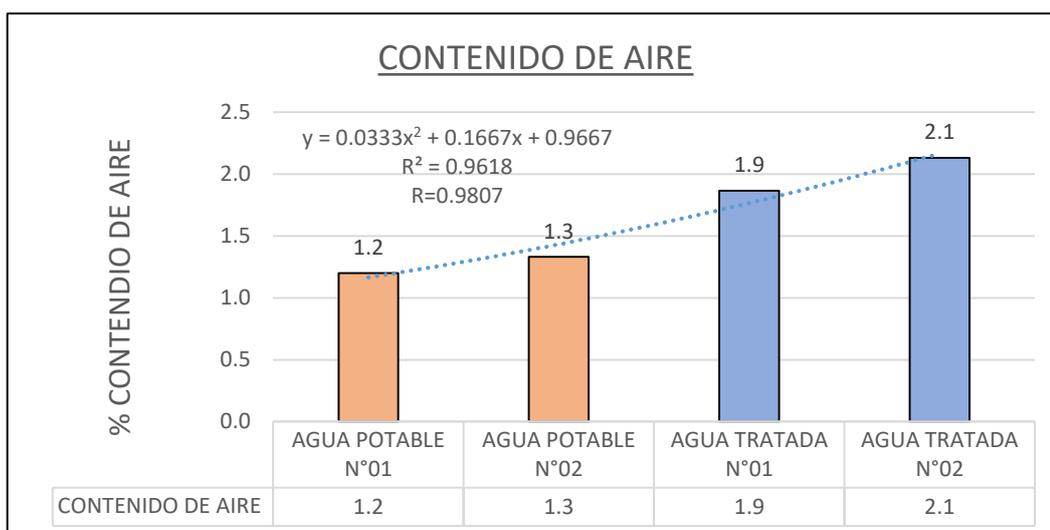
Análisis del contenido de aire en estado fresco:

Tabla 43. Valores ensayados del contenido de aire

REPETICION	AGUA POTABLE		AGUA TRATADA	
	M1	M2	M1	M2
1	1.4	1.3	2	2.3
2	1.2	1.4	1.7	2.1
3	1.0	1.3	1.9	2.0
MEDIA	1.2	1.3	1.9	2.1
DESVIACION ESTANDAR	0.163	0.047	0.170	0.170
VARIACION	100.00%	111.11%	155.56%	177.78%

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Ilustración 25. Análisis del contenido de aire



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

En la tabla se puede observar que el aire incorporado en la mezcla está en el promedio de 1.25% para las aguas potables y un promedio de 2.0% para aguas tratadas teniendo una variación en aumento de 60% del valor inicial.

4.2.4. Control la Exudación en el Concreto

Con el control de la exudación nos permitirá poder conocer el volumen de agua que es separada del concreto en estado fresco la cual por el proceso de sedimentación empieza esta agua a ascender, con lo cual es extraída y pesada para luego ser calculada.

1) Exudación de la mezcla con agua potable N°01

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 44. Exudación de la mezcla con agua potable N°01

MUESTRA	TIEMPO	INTERVALO	TEMPERATURA AMBIENTAL	AGUA EXTRAIDA	VOLUMEN DE AGUA EXTRAIDA ACUMULADA	EXUDACION %
N°01	10:00	comienzo	17°C	0.00	0	0.719
	10:40	40 min	17.5°C	4.00	4.00	
	11:30	50 min	17.5°C	7.50	11.50	

	12:30	60 min	18°C	3.20	14.70	
	01:30	60 min	19°C	0.00	14.70	
N°02	10:00	comienzo	17°C	0.00	0	0.782
	10:40	40 min	17.5°C	4.50	4.50	
	11:30	50 min	17.5°C	8.00	12.50	
	12:30	60 min	18°C	3.50	16.00	
	01:30	60 min	19°C	0.00	16.00	
N°03	10:00	comienzo	17°C	0.00	0	0.675
	10:40	40 min	17.5°C	3.00	3.00	
	11:30	50 min	17.5°C	7.80	10.80	
	12:30	60 min	18°C	3.00	13.80	
	01:30	60 min	19°C	0.00	13.80	

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

2) Exudación de la mezcla con agua potable N°02

Se ha tenido los siguientes resultados representados en la siguiente tabla:

Tabla 45. Exudación de la mezcla con agua potable N°02

MUESTRA	TIEMPO	INTERVALO	TEMPERATURA AMBIENTAL	AGUA EXTRAIDA	VOLUMEN DE AGUA EXTRAIDA ACUMULADA	EXUDACION %
N°01	11:00	comienzo	18°C	0.00	0	0.797
	11:40	40 min	18°C	4.50	4.50	
	12:40	60 min	18.5°C	8.00	12.50	
	13:20	50 min	19°C	3.60	16.10	
	14:40	80 min	18°C	0.00	16.10	
N°02	11:00	comienzo	18°C	0.00	0	0.817
	11:40	40 min	18°C	5.00	5.00	
	12:40	60 min	18.5°C	7.50	12.50	
	13:20	50 min	19°C	4.00	16.50	
	02:40	80 min	18°C	0.00	16.50	
N°03	11:00	comienzo	18°C	0.00	0	0.757
	11:40	40 min	18°C	4.00	4.00	
	12:40	60 min	18.5°C	8.80	12.80	
	13:20	50 min	19°C	2.50	15.30	
	02:40	80 min	18°C	0.00	15.30	

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

3) Exudación de la mezcla con agua tratada N°01

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 46. Exudación de la mezcla con agua tratada N°01

MUESTRA	TIEMPO	INTERVALO	TEMPERATURA AMBIENTAL	AGUA EXTRAIDA	VOLUMEN DE AGUA EXTRAIDA ACUMULADA	EXUDACION %
N°01	11:40	comienzo	18°C	0.00	0	1.263
	12:20	50 min	18.5°C	7.00	7.00	
	13:40	80 min	19°C	15.00	22.00	
	14:20	50 min	18°C	4.00	26.00	
	15:30	70 min	17°C	0.00	26.00	
N°02	11:40	comienzo	18°C	0.00	0	1.176
	12:20	50 min	18.5°C	8.00	8.00	
	13:40	80 min	19°C	12.00	20.00	
	14:20	50 min	18°C	4.20	24.20	
	15:30	70 min	17°C	0.00	24.20	
N°03	11:40	comienzo	18°C	0.00	0	1.181
	12:20	50 min	18.5°C	6.80	6.80	
	13:40	80 min	19°C	13.00	19.80	
	14:20	50 min	18°C	4.50	24.30	
	15:30	70 min	17°C	0.00	24.30	

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

4) Exudación de la mezcla con agua tratada N°02

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 47. Exudación de la mezcla con agua tratada N°02

MUESTRA	TIEMPO	INTERVALO	TEMPERATURA AMBIENTAL	AGUA EXTRAIDA	VOLUMEN DE AGUA EXTRAIDA ACUMULADA	EXUDACION %
N°01	12:30	comienzo	18.5°C	0.00	0	1.398
	13:10	40 min	19°C	5.00	5.00	
	13:50	40 min	19°C	16.00	21.00	
	14:20	30 min	18°C	8.00	29.00	
	15:00	40 min	19°C	0.00	29.00	
N°02	12:30	comienzo	18.5°C	0.00	0	1.239
	13:10	40 min	19°C	6.00	6.00	
	13:50	40 min	19°C	15.50	21.50	

	14:20	30 min	18°C	4.20	25.70	
	15:00	40 min	19°C	0.00	25.70	
N°03	12:30	comienzo	18.5°C	0.00	0	1.118
	13:10	40 min	19°C	4.50	4.50	
	13:50	40 min	19°C	14.50	19.00	
	14:20	30 min	18°C	4.20	23.20	
	15:00	40 min	19°C	0.00	23.20	

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

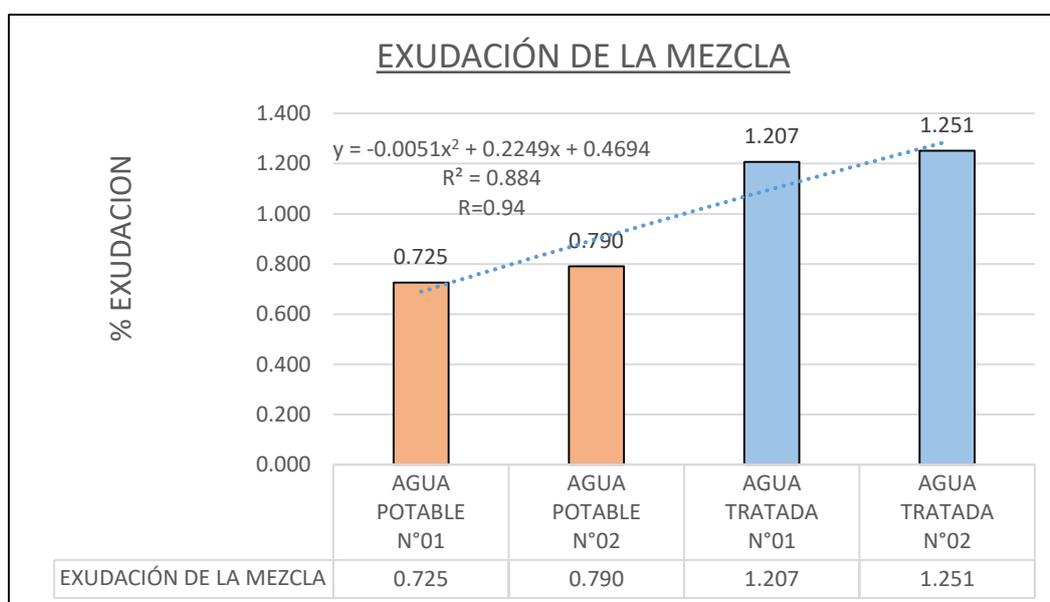
Análisis de la exudación de la mezcla:

Tabla 48. Valores ensayados de la exudación

REPETICION	AGUA POTABLE		AGUA TRATADA	
	M1	M2	M1	M2
1	0.719	0.797	1.263	1.398
2	0.782	0.817	1.176	1.239
3	0.675	0.757	1.181	1.118
MEDIA	0.725	0.790	1.207	1.251
DESVIACION ESTANDAR	0.044	0.025	0.040	0.115
VARIACION	100.00%	108.97%	166.36%	172.53%

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Ilustración 26. Análisis del contenido de aire



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

En la tabla se puede observar que la exudación en la mezcla está en el promedio de 0.758% para las aguas potables y un promedio de 1.229% para aguas tratadas teniendo una variación en aumento de 62.13% del valor inicial.

4.2.5. Control de la Resistencia del Concreto 175 kg/cm²

Para el cálculo de la resistencia a compresión axial se ha realizado probetas de 6" x12", las cuales fueron roturados a los 7,14, 28 días llevando un control adecuado y con su tratamiento adecuado.

El presente ensayo nos permite determinar la resistencia a compresión de la probeta en tiempos diferentes, se realizó un control de mezclas con agua potable y un análisis con agua tratada.

1) Resistencia del Concreto 175 kg/cm² a los 7 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 49. A los 7 días de vaciado - Agua Potable

A LOS 7 DIAS DE VACIADO - AGUA POTABLE								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	03/08/2019	10/08/2019	175	12888	145.55	2.064	142.18	1.45%
N°02	03/08/2019	10/08/2019	175	12950	150.50			
N°03	03/08/2019	10/08/2019	175	12845	130.50			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

2) Resistencia del Concreto 175 kg/cm² a los 14 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 50. A los 14 días de vaciado - Agua Potable

A LOS 14 DIAS DE VACIADO - AGUA POTABLE								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	03/08/2019	17/08/2019	175	12680	172.5	4.922	166.17	2.96%
N°02	03/08/2019	17/08/2019	175	12787	165.50			
N°03	03/08/2019	17/08/2019	175	12705	160.50			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

3) Resistencia del Concreto 175 kg/cm² a los 28 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 51. A los 28 días de vaciado - Agua Potable

A LOS 28 DIAS DE VACIADO - AGUA POTABLE								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	03/08/2019	31/08/2019	175	12810	210.04	3.772	205.45	1.84%
N°02	03/08/2019	31/08/2019	175	12826	205.50			
N°03	03/08/2019	31/08/2019	175	12795	200.80			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

4) Resistencia del Concreto 175 kg/cm² a los 7 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 52. A los 7 días de vaciado - Agua Tratada

A LOS 7 DIAS DE VACIADO - AGUA TRATADA								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	26/07/2019	02/08/2019	175	12854	160.50	5.496	152.92	3.59%
N°02	26/07/2019	02/08/2019	175	12870	147.65			
N°03	26/07/2019	02/08/2019	175	12865	150.60			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

5) Resistencia del Concreto 175 kg/cm² a los 14 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 53. A los 14 días de vaciado - Agua Tratada

A LOS 14 DIAS DE VACIADO - AGUA TRATADA								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	26/07/2019	09/08/2019	175	12860	170.5	4.107	165.82	2.48%
N°02	26/07/2019	09/08/2019	175	12829	166.45			
N°03	26/07/2019	09/08/2019	175	12805	160.50			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

6) Resistencia del Concreto 175 kg/cm² a los 28 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 54. A los 28 días de vaciado - Agua Tratada

A LOS 7 DIAS DE VACIADO - AGUA TRATADA								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	26/07/2019	23/08/2019	175	12250	210.39	6.218	208.86	2.98%
N°02	26/07/2019	23/08/2019	175	12075	215.60			
N°03	26/07/2019	23/08/2019	175	12145	200.60			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

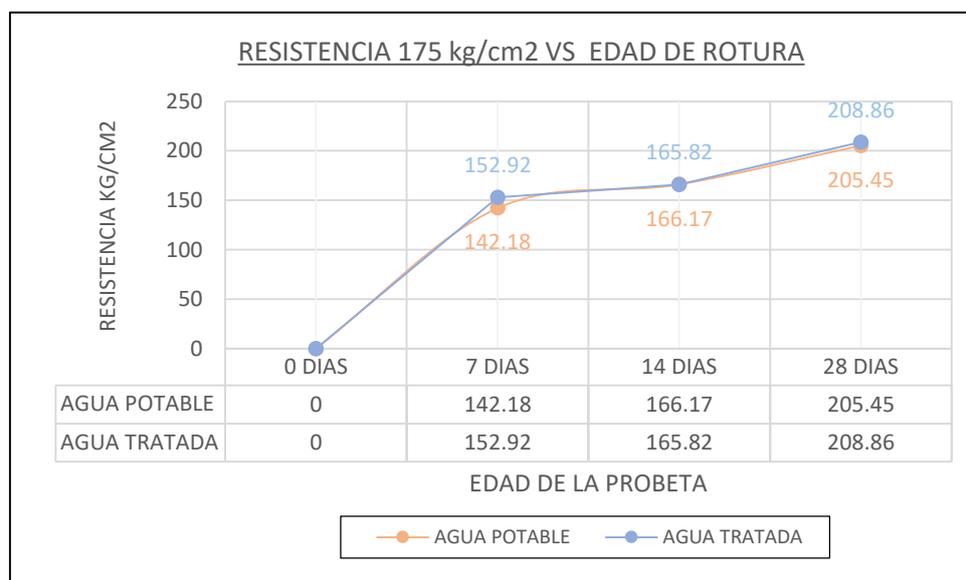
Análisis de resistencia 175 kg/cm²:

Tabla 55. Valores ensayados para la resistencia de 175 kg/cm²

EDAD	AGUA POTABLE	AGUA TRATADA
	M1	M2
0 DIAS	0	0
7 DIAS	142.18	152.92
14 DIAS	166.17	165.82
28 DIAS	205.45	208.86

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Ilustración 27. Análisis de la resistencia 175 kg/cm²



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

En la tabla se puede observar que la resistencia del concreto endurecido para el agua potable se tiene 142.18 kg/cm², 166.17 kg/cm² y 205.45 kg/cm² y

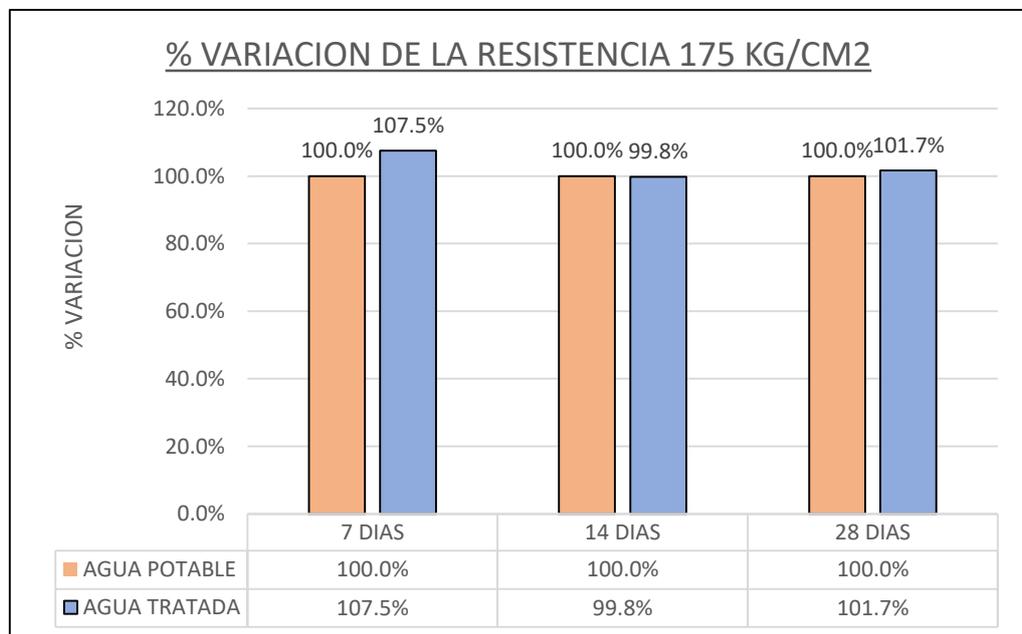
para el concreto endurecido con agua tratada se tiene 152.92 kg/cm², 165.82 kg/cm², 208.86 kg/cm².

Análisis de la variación de la resistencia:

Tabla 56. Variación de la resistencia de 175 kg/cm²

% VARIACION DE LA RESISTENCIA			
EDAD	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
AGUA POTABLE	100.0%	100.0%	100.0%
AGUA TRATADA	107.5%	99.8%	101.7%

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi



En la tabla se puede observar que la resistencia del concreto endurecido se tiene una variación a los 7, 14 y 28 días de 7.50%, -0.20% y de 1.07% respectivamente.

Análisis de la resistencia de 175 kg/cm², para su desviación estándar.

Tabla 57. Valores ensayados para la resistencia de 175 kg/cm²

EDAD	AGUA POTABLE	AGUA TRATADA
1	210.04	210.39

2	205.50	215.60
3	200.80	200.60
MEDIA	205.45	208.86
DESVIACION ESTANDAR	3.7724	6.218

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

4.2.6. Control de la Resistencia del Concreto 210 kg/cm²

Para el cálculo de la resistencia a compresión axial se ha realizado probetas de 6" x12", las cuales fueron roturados a los 7,14, 28 días llevando un control adecuado y con su tratamiento adecuado.

El presente ensayo nos permite determinar la resistencia a compresión de la probeta en tiempos diferentes, se realizó un control de mezclas con agua potable y un análisis con agua tratada.

1) Resistencia del Concreto 210 kg/cm² a los 7 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 58. A los 7 días de vaciado - Agua Potable

A LOS 7 DIAS DE VACIADO - AGUA POTABLE								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	03/08/2019	10/08/2019	210	12717	176.75	9.175	164.13	5.59%
N°02	03/08/2019	10/08/2019	210	12750	160.45			
N°03	03/08/2019	10/08/2019	210	12880	155.20			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

2) Resistencia del Concreto 210 kg/cm² a los 14 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 59. A los 14 días de vaciado - Agua Potable

A LOS 14 DIAS DE VACIADO - AGUA POTABLE								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	03/08/2019	17/08/2019	210	12875	198.56			

N°02	03/08/2019	17/08/2019	210	12900	190.50	6.011	198.09	3.03%
N°03	03/08/2019	17/08/2019	210	12780	205.20			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

3) Resistencia del Concreto 210 kg/cm² a los 28 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 60. A los 28 días de vaciado - Agua Potable

A LOS 28 DIAS DE VACIADO - AGUA POTABLE								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	03/08/2019	31/08/2019	210	12914	252.09	5.979	252.76	2.37%
N°02	03/08/2019	31/08/2019	210	12950	245.80			
N°03	03/08/2019	31/08/2019	210	12905	260.40			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

4) Resistencia del Concreto 210 kg/cm² a los 7 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 61. A los 7 días de vaciado - Agua Tratada

A LOS 7 DIAS DE VACIADO - AGUA TRATADA								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	26/07/2019	02/08/2019	210	12926	180.22	6.385	187.09	3.41%
N°02	26/07/2019	02/08/2019	210	12900	185.45			
N°03	26/07/2019	02/08/2019	210	12895	195.60			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

5) Resistencia del Concreto 210 kg/cm² a los 14 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 62. A los 14 días de vaciado - Agua Tratada

A LOS 14 DIAS DE VACIADO - AGUA TRATADA								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	26/07/2019	09/08/2019	210	12980	199.6	2.679	201.83	1.33%
N°02	26/07/2019	09/08/2019	210	12950	200.30			
N°03	26/07/2019	09/08/2019	210	12880	205.60			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

6) Resistencia del Concreto 210 kg/cm² a los 28 días de vaciado

Se ha tenido los siguientes resultados representados en el siguiente cuadro:

Tabla 63. A los 28 días de vaciado - Agua Tratada

A LOS 7 DIAS DE VACIADO - AGUA TRATADA								
PROBETA 6"x12"	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DISEÑO	PESO (gr)	RESISTENCIA	DESVIACION ESTANDAR	MEDIA	COEFICIENTE DE VARIACION
N°01	26/07/2019	23/08/2019	210	12320	252.26	8.078	251.19	3.22%
N°02	26/07/2019	23/08/2019	210	12280	260.50			
N°03	26/07/2019	23/08/2019	210	12360	240.80			

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

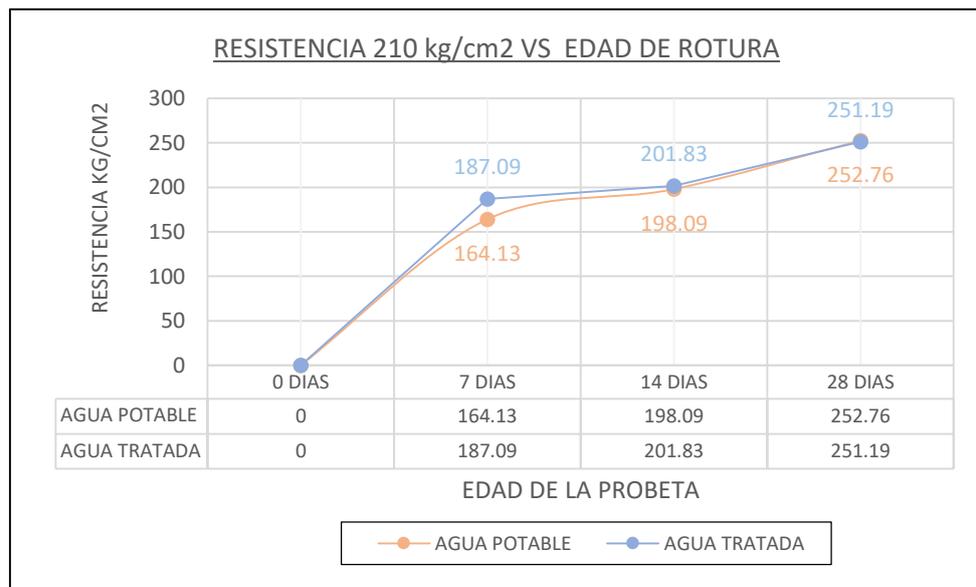
Análisis de resistencia 210 kg/cm²:

Tabla 64. Valores ensayados para la resistencia 210 kg/cm²

EDAD	AGUA POTABLE	AGUA TRATADA
	M1	M2
0 DIAS	0	0
7 DIAS	164.13	187.09
14 DIAS	198.09	201.83
28 DIAS	252.76	251.19

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Ilustración 28. Análisis de la resistencia 210 kg/cm²



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

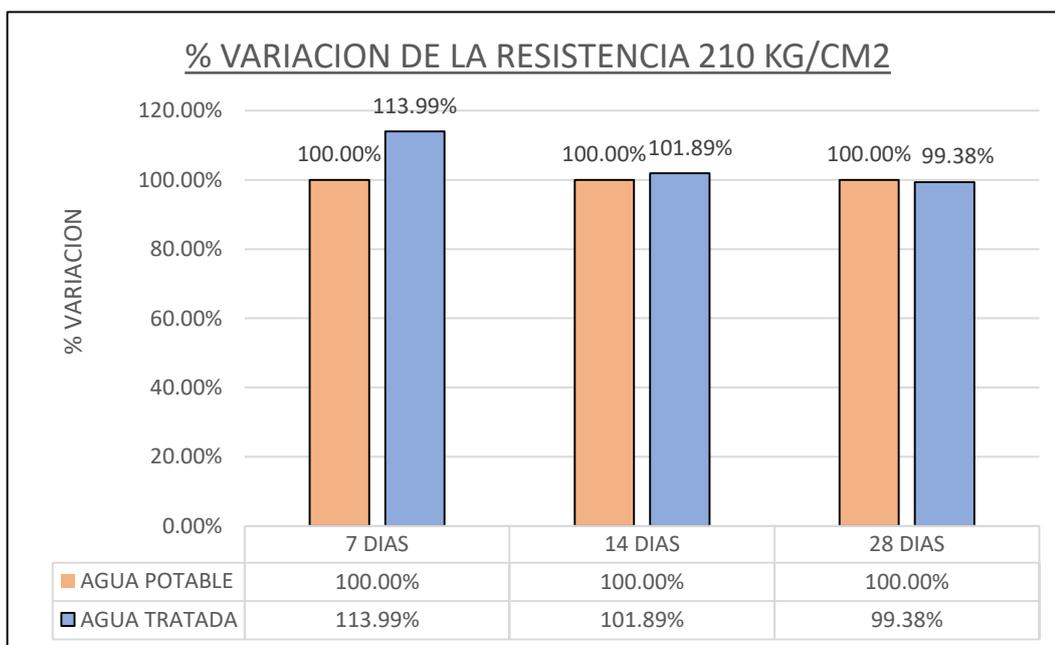
En la tabla se puede observar que la resistencia del concreto endurecido para el agua potable se tiene 164.13 kg/cm², 198.09 kg/cm² y 252.76 kg/cm² y para el concreto endurecido con agua tratada se tiene 187.09 kg/cm², 201.83 kg/cm², 251.19 kg/cm².

Análisis de la variación de la resistencia:

Tabla 65. Variación de la resistencia de 210 kg/cm²

% VARIACION DE LA RESISTENCIA			
EDAD	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
AGUA POTABLE	100.00%	100.00%	100.00%
AGUA TRATADA	113.99%	101.89%	99.38%

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi



En la tabla se puede observar que la resistencia del concreto endurecido se tiene una variación a los 7, 14 y 28 días de 7.50%, -0.20% y de 1.07% respectivamente.

Análisis de la resistencia de 210 kg/cm², para su desviación estándar.

Tabla 66. Valores ensayados para la resistencia de 210 kg/cm²

EDAD	AGUA POTABLE	AGUA TRATADA
1	210.04	210.39
2	205.50	215.60
3	200.80	200.60
MEDIA	205.45	208.86
DESVIACION ESTANDAR	3.7724	6.218

Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

4.3. Contratación de Prueba de Hipótesis.

4.3.1. Prueba de Hipótesis - General.

Con la problemática planteada: ¿De qué manera la incorporación de aguas tratadas de PTAR interviene en las propiedades de los concretos premezclados, Huancayo 2019?, se realizaron los siguientes gráficos representativos a través del método de Shapiro -Wilk, el agua tratada de PTAR fue de Huachac – Chupaca – Junín y los agregados utilizados en la investigación pertenecen a la cantera de Pilcomayo - Huancayo – Junín, a fin de poder analizar mejor sus propiedades en estado fresco y estado endurecido.

Se muestra los siguientes gráficos y la prueba estadística de la intervención del agua tratada en las propiedades del concreto premezclado como se detalla en los gráficos y su grado de aceptación:

a) Prueba estadística para la normalidad para la propiedad del asentamiento.

Para el análisis de datos, se analizará si estos datos siguen una distribución normal, ya que para la prueba de Shapiro -Wilk permitirá conocer la diferencia significativa entre la distribución ideal y su distribución normal:

i. **Prueba de normalidad para la trabajabilidad**

1. Planteamiento hipótesis nula (H_0) y hipótesis alterna (H_1)

H_0 = Muestra proveniente de una población con una distribución normal

H_1 = Muestra no proveniente de una población con una distribución normal

2. Nivel de significancia

Se considera el nivel de significancia de 5%, $\alpha=0.05$.

3. Estadístico de Prueba

El análisis de normalidad las muestras son consideradas del Shapiro-Wilk.

4. Reglas de toma de decisión

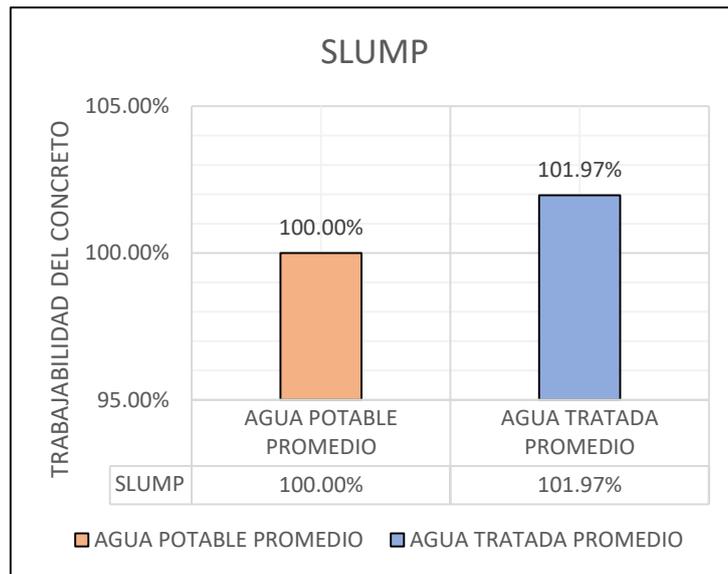
Para poder determinar si la hipótesis planteada es nula se acepta o rechaza es poder determinar el valor de p-value para un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

Si α (sig) es mayor que p-value, rechaza la hipótesis nula.

Si α (sig) es menor que p-value, se acepta la hipótesis nula.

5. Toma de decisiones

Ilustración 29. Trabajabilidad de la mezcla



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Según la prueba de normalidad de Shapiro -Wilk para medir la trabajabilidad de la muestra evaluada se determina que $w=0.87255$ y el valor de $p\text{-value} = 0.0883$.

Ya que al poder observar la gráfica se puede determinar que el valor de $p\text{-value} = 0.0883$ es mayor que el valor de $\alpha=0.05$, lo cual por consiguiente se determina que el agua de PTAR varía mínimamente la propiedad de la trabajabilidad, con lo cual se acepta la hipótesis nula H_0 , ya que la muestra tiene una distribución normal mayor al 0.05.

b) Prueba estadística para la normalidad para la propiedad del aire incorporado.

Para el análisis de datos, se analizará si estos datos siguen una distribución normal, ya que para la prueba de Shapiro -Wilk permitirá conocer la diferencia significativa entre la distribución ideal y su distribución normal:

i. Prueba de normalidad para el contenido de aire

1. Planteamiento hipótesis nula (H_0) y hipótesis alterna (H_1)

H_0 = Muestra proveniente de una población con una distribución normal

H_1 = Muestra no proveniente de una población con una distribución normal

2. Nivel de significancia

Se considera el nivel de significancia de 5%, $\alpha=0.05$.

3. Estadístico de Prueba

El análisis de normalidad las muestras son consideradas del Shapiro-Wilk.

4. Reglas de toma de decisión

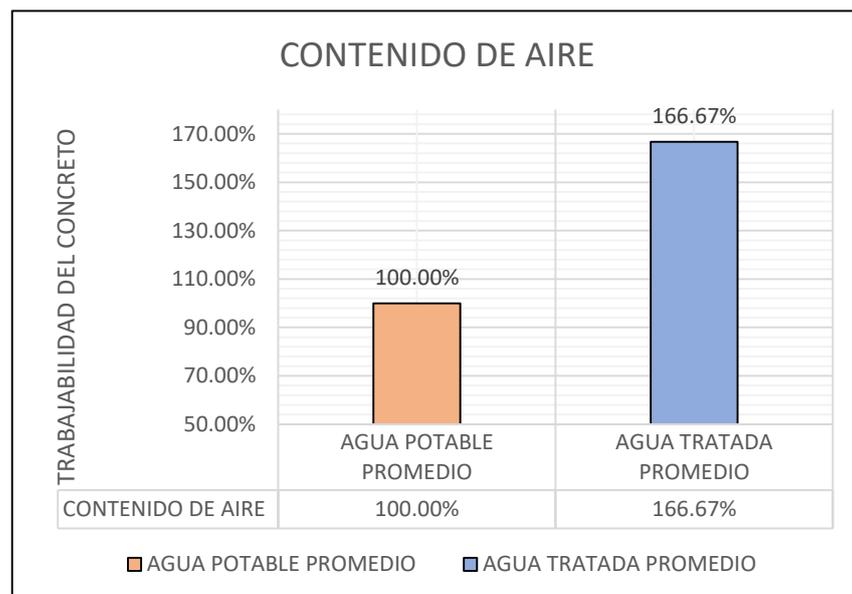
Para poder determinar si la hipótesis planteada es nula se acepta o rechaza es poder determinar el valor de p-value para un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

Si α (sig) es mayor que p-value, rechaza la hipótesis nula.

Si α (sig) es menor que p-value, se acepta la hipótesis nula.

5. Toma de decisiones

Ilustración 30. *Contenido de aire de la mezcla*



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Según la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk se presenta una variación porcentual de 66.67% para medir la variabilidad del contenido de aire a la incorporación de aire en la muestra evaluada se determina que $w=0.7532$ y el valor de $p\text{-value} = 0.0895$.

Ya que al poder observar la gráfica se puede determinar que el valor de $p\text{-value} = 0.0895$ es mayor que el valor de $\alpha=0.05$, lo cual por consiguiente se determina que el agua de PTAR varia significativamente la propiedad del contenido de aire, con lo cual se acepta la hipótesis nula H_0 , ya que la muestra tiene una distribución normal mayor al 0.05.

c) Prueba estadística para la normalidad para la propiedad la resistencia a compresión 210 kg/cm².

Para el análisis de datos, se analizará si estos datos siguen una distribución normal, ya que para la prueba de Shapiro -Wilk permitirá conocer la diferencia significativa entre la distribución ideal y su distribución normal:

i. Prueba de normalidad para el contenido de aire

1. Planteamiento hipótesis nula (H_0) y hipótesis alterna (H_1)

H_0 = Muestra proveniente de una población con una distribución normal

H_1 = Muestra no proveniente de una población con una distribución normal

2. Nivel de significancia

Se considera el nivel de significancia de 5%, $\alpha=0.05$.

3. Estadístico de Prueba

El análisis de normalidad las muestras son consideradas del Shapiro-Wilk.

4. Reglas de toma de decisión

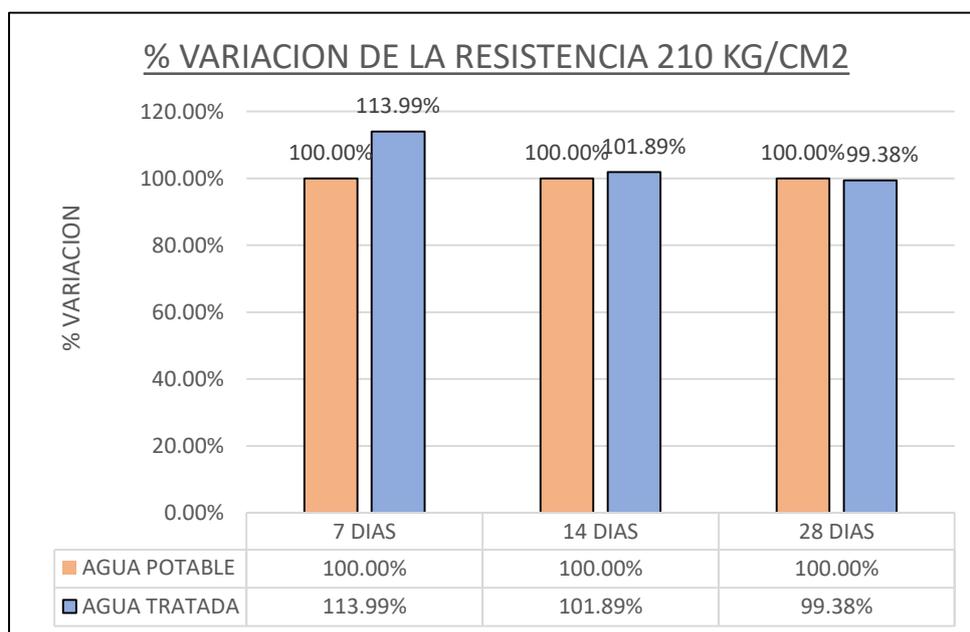
Para poder determinar si la hipótesis planteada es nula se acepta o rechaza es poder determinar el valor de p-value para un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

Si α (sig) es mayor que p-value, rechaza la hipótesis nula.

Si α (sig) es menor que p-value, se acepta la hipótesis nula.

5. Toma de decisiones

Ilustración 31. % Variación de la Mezcla



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Según la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk para la resistencia a compresión a los 28 días se presenta una variación porcentual de 0.62% para medir la variabilidad de la resistencia a la incorporación de agua tratada de PTAR en la muestra evaluada se determina que $w=0.8119$ y el valor de p-value = 0.0765.

Ya que al poder observar la gráfica se puede determinar que el valor de p-value = 0.0765 es mayor que el valor de $\alpha=0.05$, lo cual por consiguiente se determina que el agua de PTAR varía mínimamente la propiedad del contenido de aire, con lo cual se acepta la hipótesis nula H_0 , ya que la muestra tiene una distribución normal mayor al 0.05.

4.3.2. Prueba de Hipótesis - Específicas.

HIPOTESIS ESPECIFICA (A)

Con la problemática planteada: ¿De qué manera la incorporación de aguas tratadas de PTAR varia la trabajabilidad de los concretos premezclados, Huancayo 2019?, se realizó el siguiente gráfico que representa la variación de la propiedad de la trabajabilidad del concreto premezclado, las cual será validada por el método de Shapiro - Wilk que se realizó mediante un análisis más enfático para determinar cómo varia la trabajabilidad de la mezcla en estado fresco.

Se muestra el siguiente gráfico de análisis a su propiedad de la trabajabilidad de la mezcla del concreto premezclado:

a) Prueba estadística para la normalidad para la propiedad de la trabajabilidad.

Para el análisis de datos, se analizará si estos datos siguen una distribución normal, ya que para la prueba de Shapiro -Wilk permitirá conocer la diferencia significativa entre la distribución ideal y su distribución normal:

i. Prueba de normalidad para la trabajabilidad

1. Planteamiento hipótesis nula (H_0) y hipótesis alterna (H_1)

H_0 = Muestra proveniente de una población con una distribución normal

H_1 = Muestra no proveniente de una población con una distribución normal

2. Nivel de significancia

Se considera el nivel de significancia de 5%, $\alpha=0.05$.

3. Estadístico de Prueba

El análisis de normalidad las muestras son consideradas del Shapiro-Wilk.

4. Reglas de toma de decisión

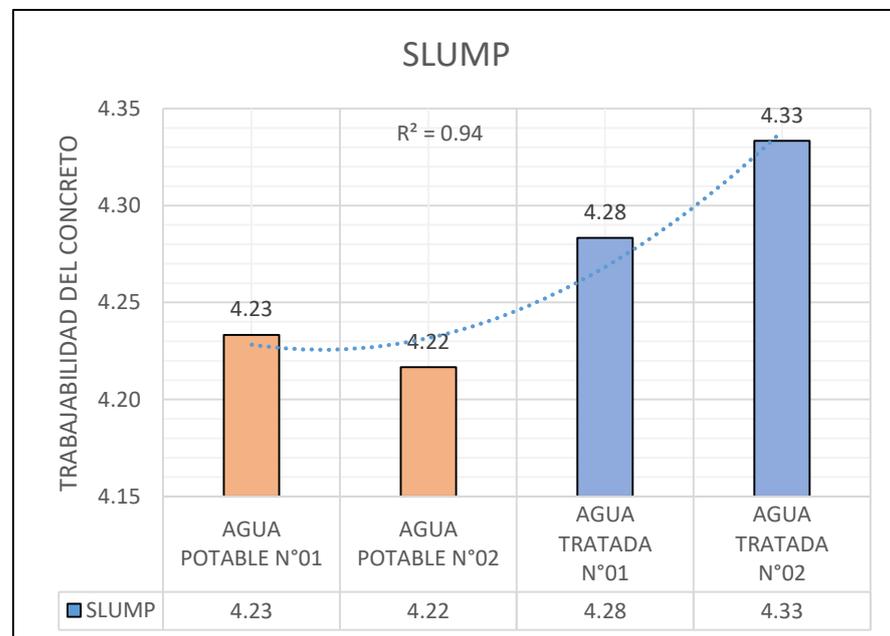
Para poder determinar si la hipótesis planteada es nula se acepta o rechaza es poder determinar el valor de p-value para un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

Si α (sig) es mayor que p-value, rechaza la hipótesis nula.

Si α (sig) es menor que p-value, se acepta la hipótesis nula.

5. Toma de decisiones

Ilustración 32. Trabajabilidad de la mezcla Slump



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Según la prueba de normalidad de Shapiro -Wilk para medir la trabajabilidad de la muestra evaluada se determina que $w=0.9695$ y el valor de p-value = 0.0921.

Ya que al poder observar la gráfica se puede determinar que el valor de p-value = 0.0921 es mayor que el valor de $\alpha=0.05$, lo cual por consiguiente se determina que el agua de PTAR varia significativamente la propiedad de la trabajabilidad, con lo cual se

acepta la hipótesis nula H_0 , ya que la muestra tiene una distribución normal mayor al 0.05.

HIPOTESIS ESPECIFICA (B)

Con la problemática planteada: ¿En qué medida la incorporación de aguas tratadas de PTAR interviene en la exudación de los concretos premezclados, Huancayo 2019?, se realizó el siguiente gráfico que representa la variación de la propiedad de la exudación del concreto premezclado, las cual será validada por el método de Shapiro - Wilk que se realizó mediante un análisis más enfático para determinar cómo varia la exudación de la mezcla en estado fresco.

Se muestra el siguiente gráfico de análisis a la propiedad de la exudación en la mezcla del concreto premezclado:

a) Prueba estadística para la normalidad para la propiedad de la Exudación.

Para el análisis de datos, se analizará si estos datos siguen una distribución normal, ya que para la prueba de Shapiro -Wilk permitirá conocer la diferencia significativa entre la distribución ideal y su distribución normal:

i. Prueba de normalidad para la exudación

1. Planteamiento hipótesis nula (H_0) y hipótesis alterna (H_1)

H_0 = Muestra proveniente de una población con una distribución normal

H_1 = Muestra no proveniente de una población con una distribución normal

2. Nivel de significancia

Se considera el nivel de significancia de 5%, $\alpha=0.05$.

3. Estadístico de Prueba

El análisis de normalidad las muestras son consideradas del Shapiro-Wilk.

4. Reglas de toma de decisión

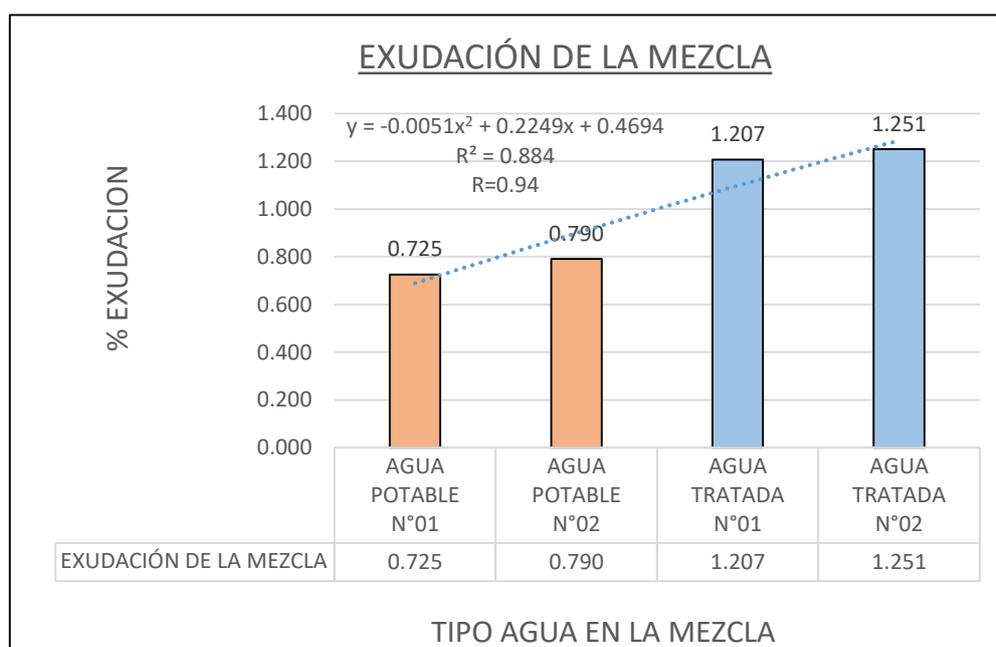
Para poder determinar si la hipótesis planteada es nula se acepta o rechaza es poder determinar el valor de p-value para un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

Si α (sig) es mayor que p-value, rechaza la hipótesis nula.

Si α (sig) es menor que p-value, se acepta la hipótesis nula.

5. Toma de decisiones

Ilustración 33. Exudación de la mezcla



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Según la prueba de normalidad de Shapiro -Wilk para medir la trabajabilidad de la muestra evaluada se determina que $w=0.9495$ y el valor de p-value = 0.0889.

Ya que al poder observar la gráfica se puede determinar que el valor de p-value = 0.0889 es mayor que el valor de $\alpha=0.05$, lo cual por consiguiente se determina que el agua de PTAR varia

significativamente la propiedad de la exudación, con lo cual se acepta la hipótesis nula H_0 , ya que la muestra tiene una distribución normal mayor al 0.05.

HIPOTESIS ESPECIFICA (C)

Con la problemática planteada: ¿En qué medida la incorporación de aguas tratadas de PTAR interviene en la resistencia de los concretos premezclados, Huancayo 2019?, se realizó el siguiente gráfico que representa la variación de la propiedad de la resistencia a la compresión del concreto premezclado en estado endurecido, la cual será validada por el método de Shapiro - Wilk que se realizó mediante un análisis más enfático para determinar cómo varía la resistencia a la compresión de la mezcla del concreto en estado endurecido.

Se muestra el siguiente gráfico de análisis a la propiedad de la resistencia a compresión del concreto premezclado en estado endurecido:

a) Prueba estadística para la normalidad para la propiedad la resistencia a compresión 175 kg/cm².

Para el análisis de datos, se analizará si estos datos siguen una distribución normal, ya que para la prueba de Shapiro -Wilk permitirá conocer la diferencia significativa entre la distribución ideal y su distribución normal:

i. Prueba de normalidad para el contenido de aire

1. Planteamiento hipótesis nula (H_0) y hipótesis alterna (H_1)

H_0 = Muestra proveniente de una población con una distribución normal

H_1 = Muestra no proveniente de una población con una distribución normal

2. Nivel de significancia

Se considera el nivel de significancia de 5%, $\alpha=0.05$.

3. Estadístico de Prueba

El análisis de normalidad las muestras son consideradas del Shapiro-Wilk.

4. Reglas de toma de decisión

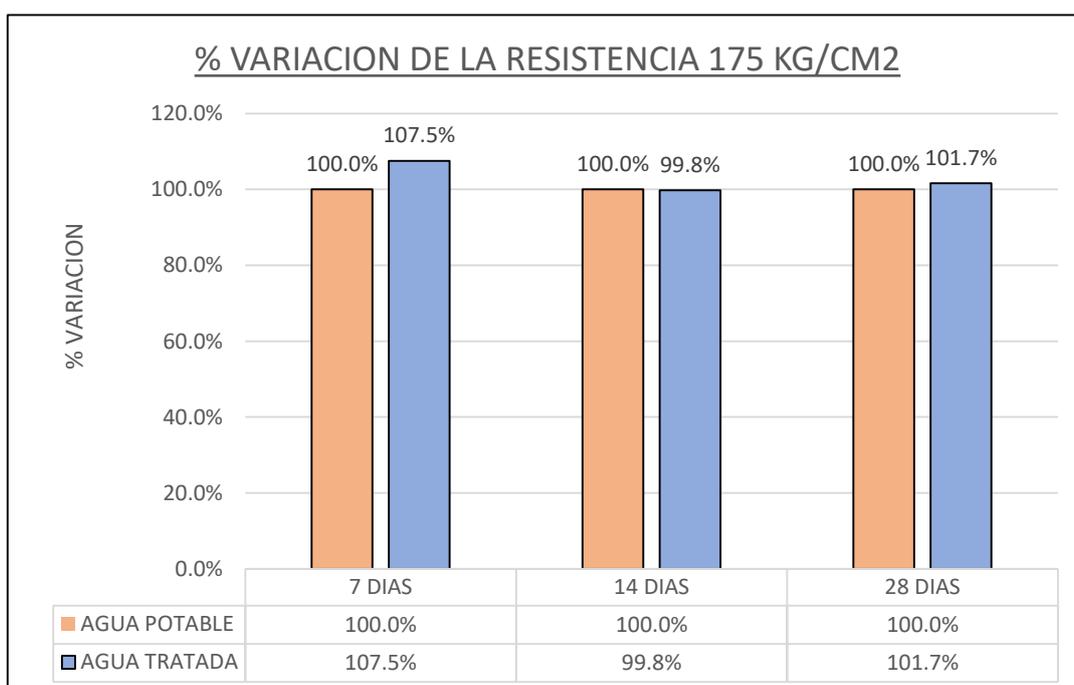
Para poder determinar si la hipótesis planteada es nula se acepta o rechaza es poder determinar el valor de p-value para un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

Si α (sig) es mayor que p-value, rechaza la hipótesis nula.

Si α (sig) es menor que p-value, se acepta la hipótesis nula.

5. Toma de decisiones

Ilustración 34. Resistencia a compresión de 175 kg/cm²



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Según la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk para la resistencia a compresión a los 28 días se presenta una variación porcentual de 1.7% para medir la variabilidad de la resistencia a la incorporación de agua tratada de PTAR en la muestra evaluada se determina que $w=0.825$ y el valor de p-value = 0.0889.

Ya que al poder observar la gráfica se puede determinar que el valor de $p\text{-value} = 0.0889$ es mayor que el valor de $\alpha=0.05$, lo cual por consiguiente se determina que el agua de PTAR varía mínimamente la propiedad del contenido de aire, con lo cual se acepta la hipótesis nula H_0 , ya que la muestra tiene una distribución normal mayor al 0.05.

b) Prueba estadística para la normalidad para la propiedad la resistencia a compresión 175 kg/cm².

Para el análisis de datos, se analizará si estos datos siguen una distribución normal, ya que para la prueba de Shapiro -Wilk permitirá conocer la diferencia significativa entre la distribución ideal y su distribución normal:

i. Prueba de normalidad para el contenido de aire

1. Planteamiento hipótesis nula (H_0) y hipótesis alterna (H_1)

H_0 = Muestra proveniente de una población con una distribución normal

H_1 = Muestra no proveniente de una población con una distribución normal

2. Nivel de significancia

Se considera el nivel de significancia de 5%, $\alpha=0.05$.

3. Estadístico de Prueba

El análisis de normalidad las muestras son consideradas del Shapiro-Wilk.

4. Reglas de toma de decisión

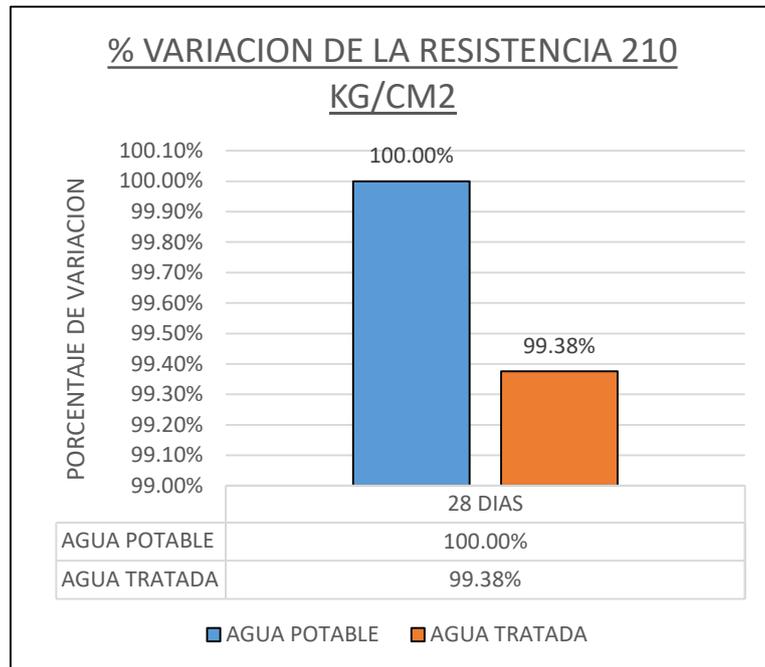
Para poder determinar si la hipótesis planteada es nula se acepta o rechaza es poder determinar el valor de $p\text{-value}$ para un nivel de significancia $\alpha=0.05$.

Si α (sig) es mayor que $p\text{-value}$, rechaza la hipótesis nula.

Si α (sig) es menor que $p\text{-value}$, se acepta la hipótesis nula.

5. Toma de decisiones

Ilustración 35. Resistencia a compresión de 210 kg/cm²



Fuente: Bach. Tiza Baquerizo, Yeraldi

Según la prueba de normalidad de Shapiro - Wilk para la resistencia a compresión a los 28 días se presenta una variación porcentual de 0.62% para medir la variabilidad de la resistencia a la incorporación de agua tratada de PTAR en la muestra evaluada se determina que $w=0.895$ y el valor de $p\text{-value} = 0.0895$.

Ya que al poder observar la gráfica se puede determinar que el valor de $p\text{-value} = 0.0895$ es mayor que el valor de $\alpha=0.05$, lo cual por consiguiente se determina que el agua de PTAR varía mínimamente la propiedad del contenido de aire, con lo cual se acepta la hipótesis nula H_0 , ya que la muestra tiene una distribución normal mayor al 0.05.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados con antecedentes

A partir de los resultados obtenidos en la investigación, aceptamos la hipótesis alternativa general, el cual establece una correlación de dependencia entre las variables analizadas y que las variaciones de estas propiedades afectan a las propiedades del concreto premezclado en estado plástico y en estado endurecido. En este estudio también se halló que la calidad del agua tratada es un agente muy fundamental en la elaboración del concreto, ya que al ser esta agua muy dura o con altos índices de sulfatos y cloruros hace que la reacción con el cemento disminuya por ende la resistencia a la compresión disminuya.

En base a estos resultados guarda correlación con lo que planteado por (Aliaga Quispe, 2017) que a la incorporación de agua tratada produce un asentamiento de 3.88", obteniendo una resistencia promedio de 352.75 kg/cm² para un diseño de 350 kg/cm² lo cual representa un aumento del 0.79% de su valor convencional, ello es diferente con la investigación presentada por ser tener para el valor de 175 kg/cm² un aumento del 1.70% y para el concreto 210 kg/cm² una reducción en -0.62% al valor convencional del concreto diseñado. En esta investigación recomendó tener un análisis más detallado para cuando se realice un análisis con aditivo buscando un mejor desempeño en la industria de la construcción, lo cual es acorde con la investigación presentada ya que se refiere a analizar los parámetros fisicoquímicos del agua tratada si van a hacerse en realizar masivamente. También este autor recomienda realizar estudios más detallados sobre la composición del agua tratada para ser empleado en el uso de aditivos lo

cual es acorde a la misma interpretación entre el investigador ya que en la presente investigación se refiere a tener en cuenta la composición química del agua y su posible reacción con el agua tratada en el proceso de mezclado.

Los resultados de la investigación guardan una correlación directa con lo sostenido por (Díaz Rodríguez, 2017) sostiene que un concreto convencional realizado con agua de mar presenta unos resultados entre 220 kg/cm² a 230 kg/cm² a los 14 días de curado. Lo cual contradice con los resultados obtenidos en la presente investigación ya que la resistencia a compresión obtenida para un diseño de 210 kg/cm² se obtuvo 208.20 kg/cm², el cual es adverso a lo obtenido en la investigación. Recomendando que el uso del agua de diferente procedencia tiene que cumplir con los diferentes parámetros establecidos sobre la calidad del agua en el concreto y su comportamiento en estado endurecido cuando es sometido a la resistencia a la compresión. Lo cual se comparte dicha recomendación por ser un parámetro muy importante para establecer un mejor comportamiento de las propiedades en estado endurecido siendo una de los importantes la resistencia a la compresión.

Con la investigación de (Cardenas Saavedra, 2018) concluye que la exudación en sus muestras analizadas para un convencional es de 78 ml. Y se obtuvo para el PTAR 1 = 71.50 ml y para el PTAR 2 = 76.00 ml lo cual representa una reducción de 8.33% y de 2.56% respectivamente, lo cual para la investigación presentada se obtuvo valores de 5.26% manteniendo una pequeña correlación entre ambas investigaciones. Para la conclusión propuesta evalúa que la variación mínima de la resistencia a la compresión de 210 kg/cm², el cual mantiene una correlación con la variación mínima de reducción en 0.62%, recomienda que las mezclas de concreto elaboradas con agua tratada serán solamente utilizadas en estructuras para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² y 175 kg/cm², como veredas y sardineles. También refiere que el asentamiento de se mantiene constante para el diseño establecido de 4" por lo tanto en la presente investigación la variación de la trabajabilidad es de 4.33 pulg. Lo cual representara un aumento a la incorporación de agua tratada de 1.97%.

En la investigación de (Dieguez Perales, 2018), concluye que el agua tratada empleada en la mezclas de concreto presenta un 10% de variación en la resistencia a la compresión en referencia a una mezcla de concreto convencional. El cual mantiene una correlación con la variación de 0.62% en reducción obtenida en la investigación, y para los demás ensayos que no presentan una variación muy significativa para las propiedades como peso unitario, absorción y la erosión. Lo cual en la investigación también es cierto ya que las propiedades en estado fresco y en estado endurecido varían mínimamente lo cual es una buena señal para poder realizar trabajos con el agua tratada de PTAR. Y lo planteado por (Cardenas Saavedra, 2018) donde concluye que la perdida de la resistencia a la compresión es de 10% a los 28 días, lo cual se coincide totalmente puesto a que la resistencia a la compresión ha disminuido para un tiempo de 28 días. La investigación concluye que no es recomendable el uso de aditivos que puedan afectar a la reacción química del cemento con el agua llegando así a obtener valores no deseables o fuera del criterio constructivo. Se comparte esta conclusión ya que al realizar el mezclado e incorporar el aditivo este producirá una reacción química que no tendría una buena adherencia producto de la reacción química del cemento con el agua o el agua con el aditivo.

CONCLUSIONES

1. Al incorporar el agua tratada del PTAR de Huachac - Chupaca al concreto premezclado se determina que se encuentra variaciones en sus propiedades en estado fresco teniendo un aumento en el Slump de 1.97%, el aire incorporado de la mezcla aumenta en 66.67%, y una variación mínima en el estado endurecido para un diseño de 175 kg/cm² a la edad de 28 días un aumento en la resistencia a compresión de 1.7% y para un diseño de 210 kg/cm² a la edad de 28 días una reducción en la resistencia a la compresión de 0.62%.
2. Se determinó que la trabajabilidad de la mezcla con el agua potable fue de 4.22 pulgadas y con el agua tratada de PTAR de Huachac fue de 4.33 pulgadas, existiendo una variación en aumento de 1.97%.
3. Se evaluó la exudación de la mezcla con el agua potable fue de 0.725 % y con el agua tratada de PTAR de Huachac fue de 1.251%, con lo cual se determina que existe una variación significativa sobre esta propiedad.
4. Se concluye que para un diseño de mezcla de 175 kg/cm² con agua tratada de PTAR de Huachac se obtuvo una variación a los 7, 14, 28 días de 7.5%, -0.02% y 1.7% respectivamente sobre los valores obtenidos de un concreto premezclado con agua potable, y para un diseño de mezcla de 210 kg/cm² con agua tratada de PTAR de Huachac se obtuvo una variación a los 7, 14, 28 días de 13.99%, 1.89% y -0.62% respectivamente sobre los valores obtenidos de un concreto premezclado con agua potable.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer análisis paulatinos de los parámetros fisicoquímicos del agua tratada de un PTAR a utilizar en la mezcla de un concreto premezclado ya que dichos parámetros pueden alterar las propiedades en estado fresco o endurecido.
2. Se recomienda hacer un análisis de la composición mineralógica de los agregados empleado en un concreto premezclado ya que influye en la trabajabilidad del concreto en estado fresco.
3. Se recomienda realizar pruebas mejorando la relación a/c en la elaboración del diseño de mezcla, cuando se utilice agua tratada de un PTAR, para evaluar la exudación del concreto en estado fresco.
4. Se recomienda realizar un control de todas las estructuras de la planta de tratamiento de aguas residuales para poder mejorar la purificación del agua tratada, el cual servirá para obtener mejores resultados en la mezcla del concreto premezclado, por ende, en la resistencia a compresión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alasino, N. (2010). *Síntesis Y Diseño De Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales*. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/xmlui/bitstream/handle/11185/119/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
2. Aliaga Quispe, J. (2017). *Influencia del agua tratada sobre las propiedades físicas del concreto para las provincias de Concepción, Chupaca y Jauja*. Tesis de Pregrado, Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniera, Huancayo.
3. Arce Jáuregui, L. F. (2013). *Urbanizaciones sostenibles: descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima: PUCP. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/4568>
4. Bermeo Castillo, L. E., & Sabtin Torres, J. L. (2010). *Estudio, Diseño Y Selección De La Tecnología Adecuada Para Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas Para Poblaciones Menores A 2000 Habitantes En La Ciudad De Gonzanamá*. Obtenido de https://pdfs.semanticscholar.org/675b/6cb5968a0f78bbb0b341889fa9737349647a.pdf?_ga=2.78605972.1866921618.1593636056-1173135220.1593636056
5. *Bricomania*. (2014). Obtenido de Hormigo, características y Usos: <https://www.hogarmania.com/bricolaje/taller/materiales/hormigon-caracteristicas-usos-26838.html>
6. Cardenas Saavedra, F. (2018). *Sustitución del recurso agua potable en la fabricación del concreto por agua residual tratada en Lima Norte*. Tesis de Posgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Ingeniería Civil, Lima.
7. Carrillo Moreno , Y. O., & López Manrique, C. A. (2015). *Diseño de concreto estructural ligero adicionando desperdicios de las ladrilleras del Distrito de Santa - 2015*. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional de Santa.
8. Catanzaro Mesía, G., & Zapana Gago, O. A. (2019). *Diseño y evaluación de concreto estructural de $f'c$ 280 kg/cm² elaborado con aguas residuales domésticas tratadas mediante procesos biológicos como alternativa al uso de agua potable en Lima Metropolitana*. Tesis para optar título profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima. Obtenido de

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626354/Catanzaro_MG.pdf?sequence=3

9. Ccanto Clemente, F., & Mallcco Huayanay, A. (2019). *Análisis comparativo de la resistencia de un concreto convencional $F'c=210$ kg/cm² utilizando el agua subterránea en el mezclado en el distrito de Acobamba – Huancavelica - 2018*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
10. Chavarry Vallejos, C. M. (2017). *Metodología de la Investigacion*. peru: Tipologia.
11. Chavarry Vallejos, C. M. (2017). *Metodología de la investigación cinética en ingeniería civil*. Lima: Gerccantom.
12. Civilgeeks. (2019). *Civilweeks.com*. Obtenido de Ingeniería y construcción: <https://civilgeeks.com/2019/03/28/6-pasos-para-la-elaboracion-de-hormigon-concreto/>
13. Cruzado Guevara, J. L., & Li Zavaleta, M. (2015). *Análisis comparativo de la resistencia de un concreto convencional teniendo como variable el agua utilizada en el mezclado*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
14. Díaz Rodríguez, B. (2017). *Influencia del agua potable, río y mar en la resistencia a compresión de un concreto convencional no estructurado, para la construcción de aceras en la ciudad de Trujillo*. Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Trujillo.
15. Dieguez Perales, V. (2018). *Propiedades físicas del concreto elaborado con agua residual tratada*. Tesis de Pregrado, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería Civil, Caracas.
16. Gianfranco, C. M. (2019). *Diseño y Evaluación de Concreto Estructural de $f'c$ 280 kg/cm² Elaborado con Aguas Residuales Domésticas tratadas mediante proceso Biológicos como alternativa al uso de Agua Potable en Lima Metropolitana*. Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Programa Académico de Ingeniería Civil, Lima.
17. Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: McGraw-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
18. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
19. Hernández, R., Fernández, C., & Lucio, B. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill.

20. Herrera, S. (08 de 12 de 2018). *Research Gate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/326986144_Proceso_de_fabricacion_del_cemento_Portland
21. Limon Medina, J. (2016). *Estudio Sobre Tecnologías Aplicadas A Las Mezclas De Concreto Hidráulico Para Reducir Su Permeabilidad Al Agua e Incrementar Su Durabilidad*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
22. Luis Francisco, A. J. (2013). *Urbanizaciones Sostenibles: Descentralizacion del Tratamiento de Aguas residuales Residenciales*. Tesis de Pregrado, Pontifica Universidad Catolica del Peru, Facultad de Ciencias e Ingenieria, Lima.
23. Montejo Fonseca, A. (2018). *Ingenieria de Pavimentos*. Bogota: Universidad Catolica de Colombia.
24. Ponce Guardado, A. (2015). *Evaluación de la implementación de agua tratada en la elaboración de concretos en el municipio de Aguascalientes*. Aguas Calientes Mexico: Universidad Aguas Calientes. Obtenido de <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/695>
25. Rogers Hugo, G. C. (2016). *Diseño de la Infraestructura para el Tratamiento de Aguas Residuales Mediante Biodiscos del Sistema de Alcantarillado de la Localidad de Huayllaspanca - Sapallanga*. Tesis de Pregrado, Universidad Peruana los Andes, Escuela Profesional de Ingenieria Civil, Huancayo.
26. Sanchez de Guzman, D. (2017). *Durabilidad y Patologia del concreto* . Colombia: Asociacion Colombiana de Productores de Concreto.

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia.

INCORPORACIÓN DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETO PREMEZCLADOS, HUANCAYO 2019

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera la incorporación de aguas tratadas de PTAR interviene en las propiedades de los concretos premezclados, Huancayo 2019?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el efecto que produce la incorporación de aguas tratadas de PTAR en las propiedades de los concretos premezclados, Huancayo 2019.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La incorporación de aguas tratadas de PTAR varío en las propiedades de los concretos premezclados, Huancayo 2019.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>Agua Tratada de PTAR</p>	<p>Dureza total</p> <hr/> <p>Cloruros</p> <hr/> <p>Solidos totales</p> <hr/> <p>pH</p>	<p>Iones de Calcio y Iones de magnesio</p> <hr/> <p>Iones suspendidos</p> <hr/> <p>Solidos suspendidos inorgánicos</p> <hr/> <p>Grado de Acidez</p>	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Científico.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Aplicado.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Explicativo.</p> <p>CUANDO:</p> <p>2020</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>Se define es Experimental ya que como técnica o estrategia la que pueda desplegar información que sea necesaria en el proceso de la investigación.</p> <p style="text-align: center;">OE → SA → XP → CE → RE</p> <p>Donde:</p> <p>OE = Agua tratada de PTAR</p> <p>SA = Parámetros fisicoquímicos</p> <p>XP = Diseño de mezcla</p> <p>CE = Concreto premezclado</p> <p>RE = Resultados y conclusiones.</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿Cómo las aguas tratadas de PTAR varía la trabajabilidad de los concretos</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Determinar la variación de la trabajabilidad a la incorporación de aguas tratadas de PTAR en concretos premezclados, Huancayo 2019.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>a) La incorporación de aguas tratadas de PTAR varío mínimamente la trabajabilidad de los concretos premezclados, Huancayo 2019.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Concreto premezclado</p>	<p>Trabajabilidad</p> <hr/> <p>Aire incorporado</p>	<p>Asentamiento (Slump)</p> <hr/> <p>Olla Washington</p>	<p>(Continúa de la metodología anterior)</p>

<premezclados, 2019?<br="" huancayo=""></premezclados,> b) ¿De qué manera las aguas tratadas de PTAR interviene en la exudación de los concretos premezclados, Huancayo 2019? c) ¿Cómo varía las aguas tratadas de PTAR, la resistencia a la compresión de los concretos premezclados, Huancayo 2019?	b) Evaluar la exudación a la incorporación de aguas tratadas de PTAR en concretos premezclados, Huancayo 2019. c) Determinar la variación de la resistencia a la compresión a la incorporación de aguas tratadas de PTAR en concretos premezclados, Huancayo 2019.	b) La incorporación de aguas tratadas de PTAR aumento la exudación de los concretos premezclados, Huancayo 2019. c) La incorporación de aguas tratadas de PTAR redujo la resistencia de los concretos premezclados, Huancayo 2019.		Exudación	Fiola Milimétrica	POBLACIÓN Y MUESTRA: POBLACIÓN. La población estará definida por los diseños de mezclas de concreto premezclado con un asentamiento de 4", tamaño máximo nominal de ¾" y para un diseño de resistencia de 210 kg/cm2, con 72 muestras con evaluación a sus diferentes propiedades. MUESTRA: La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso corresponde a las probetas elaboradas en laboratorio con agua de PTAR, cuyo detalle es el siguiente: h) Caracterización Química del agua tratada i) Caracterización de agregados. j) Diseño de mezcla k) Trabajabilidad (Slump) l) Tiempo de fragua m) Incorporación de aire n) Resistencia a la compresión . TÉCNICAS E INSTRUMENTOS: - Recolección de datos TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS: - Estadístico y probalístico.
				Resistencia a la compresión	Rotura de probetas	

Anexo N° 2: Certificados de ensayos.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
Vicerrectorado de Investigación
Laboratorio de Investigación de Aguas
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUAS

NOMBRE DEL PROYECTO	Nº DE REPORTE	57 /2019	DATOS DEL SOLICITANTE	
INCORPORACION DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETOS PREMEZCLADOS, HUANCAYO - 2019			YERALDI TIZA BAQUERIZO	
			FECHA DE MUESTREO	31/05/2019
			FECHA DE ANALISIS	31/05/2019
FUENTE	PTAR	PUNTO DE MUESTREO		
LOCALIDAD	HUACHAC	ESTE		
DIST/PROV/DEP.	HUACHAC/CHUPACA/JUNIN	NORTE		
PARAMETROS	FISICOQUIMICO	ALTURA(msnm)		
MUESTREADO POR	YERALDI TIZA BAQUERIZO			

RESULTADOS

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO
DUREZA TOTAL	CaCO ₃ (mg/L)	245
DUREZA CALCICA	CaCO ₃ (mg/L)	60
ALCALINIDAD	CaCO ₃ (mg/L)	20
CLORUROS	Cl ⁻ (mg/L)	60.07
SULFATOS	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	161.7
CONDUCTIVIDAD	µS/cm.	930
SOLIDOS DISUELTOS	(mg/L)	465
SOLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	139.8
SOLIDOS TOTALES	(mg/L)	609.8
pH	pH	6.79
TURBIDEZ	NTU	11.38

OBSERVACIONES:

*Las muestras fueron proporcionados por el interesado(a)

*Documentos de referencia: Standard Methods for examination of water and wastewater 23rd Edition -2017/9308-2:1990 ISO

*Parámetros no acreditados



Dr. María Custodio Villaseca
COORDINADORA GENERAL



Ing. Heidi De la Cruz Solano



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
Vicerrectorado de Investigación
Laboratorio de Investigación de Aguas
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUAS

NOMBRE DEL PROYECTO	Nº DE REPORTE	216 /2019	DATOS DEL SOLICITANTE	
INCORPORACION DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETOS PREMEZCLADOS, HUANCAYO - 2019			YERALDI TIZA BAQUERIZO	
			FECHA DE MUESTREO	27/11/2019
			FECHA DE ANALISIS	27/11/2019
FUENTE	AGUA POTABLE		PUNTO DE MUESTREO	
LOCALIDAD	HUANCAYO		GEOSCIENCES	
DIST/PROV/DEP.	HUANCAYO/HUANCAYO/JUNIN			
PARAMETROS	FISICOQUIMICO			
MUESTREADO POR	YERALDI TIZA BAQUERIZO			

RESULTADOS

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNIDAD	RESULTADO
DUREZA TOTAL	CaCO ₃ (mg/L)	270
DUREZA CALCICA	CaCO ₃ (mg/L)	40
ALCALINIDAD	CaCO ₃ (mg/L)	100
CLORUROS	Cl ⁻ (mg/L)	37.54
SULFATOS	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	156.8
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	599.5
SOLIDOS DISUELTO TOTALES	(mg/L)	296.5
SOLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	53.31
SOLIDOS TOTALES	(mg/L)	353.31
pH	pH	7.76
TURBIDEZ	NTU	19.59

OBSERVACIONES:

*Las muestras fueron proporcionados por el interesado(a)

*Documentos de referencia: Standard Methods for examination of water and wastewater 23rd Edition -2017/9308-2:1990 ISO

*Parametros no acreditados



Dna. María Custodio Villanueva
COORDINADORA GENERAL



Ing. Heidi De la Cruz Solano

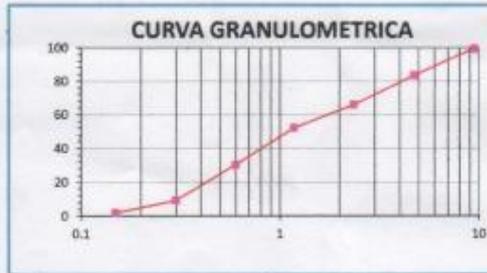
	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Informe N° : 122
		Fecha de Emisión : 24/07/2019
		Realizado por : H.C.S
		Revisado por : S.S.S

PROYECTO :	"INCORPORACION DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETOS PREMEZCLADOS, HUANCAYO 2019"
SOLICITANTE :	YERALDI TIZA BAQUERIZO
UBICACION :	PILCOMAYO - HUANCAYO - JUNIN
CANTERA :	PILCOMAYO

ENSAYO : GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO (NORMA C-136)

PESO 500.30

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA
1 1/2"		0.0	0.0	
1"		0.0	0.0	
3/4"		0.0	0.0	
1/2"		0.0	0.0	
3/8"	2.4	0.5	0.5	99.5
N°4	80.3	16.1	16.5	83.5
N°8	87.8	17.5	34.0	66.0
N°14	88.8	13.8	47.8	52.2
N°30	110.0	22.0	69.8	30.2
N°50	105.3	21.0	90.8	9.2
N°100	35.9	7.2	98.0	2.0
FONDO	10.0	2.0	100.0	0.0
			100.0	
			MF :	3.575



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO
N.T.P. 400.017

CANTERA: PILCOMAYO

I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUS5

	MUESTRA N°01		
	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASUA (kg)	6.241	6.344	6.344
PESO DE LA VASUA (kg)	1.689	1.689	1.689
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	4.552	4.655	4.655
CONSTANTE (1/Vol. molde)	324.9	324.9	324.9
PESO APARENTE SUELTO (kg/m ³)	1479	1612	1612
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³)	1601		
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³)	1384		

II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUC5

	MUESTRA N°01		
	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASUA (kg)	6.608	6.626	6.653
PESO DE LA VASUA (kg)	1.689	1.689	1.689
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	4.917	4.937	4.964
CONSTANTE (1/Vol. molde)	324.9	324.9	324.9
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m ³)	1697	1604	1613
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO HUMEDO (kg/m ³)	1696		
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³)	1490		



Stevens A. Sanabria Soza
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 204003

	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Informe N°	: 122
		Fecha de Emisión	: 24/07/2019
		Realizado por	: H.C.S
		Revisado por	: S.S.S
PROYECTO	"INCORPORACION DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETOS PREMEZCLADOS, HUANCAYO 2019"		
PETICIONARIO	: YERALDI TIZA BAQUERIZO		
UBICACION	: PILCOMAYO - HUANCAYO - JUNIN		
CANTERA	: PILCOMAYO		
CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO FINO N.T.P. 339.185			
		MUESTRA N° 01	MUESTRA N° 02
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr) + TARA		126.15	125.47
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (gr) + TARA		116.43	117.8
TARA		27.23	27.15
CONTENIDO DE AGUA (kg)		7.72	7.67
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		8.46	8.46
		8.46	
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO N.T.P. 400.021			
I. DATOS		MUESTRA N° 01	
1	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon + peso del agua		946.15
2	Peso de la arena superficialmente seca + peso del balon		661.3
3	Peso del agua (W = 1-2)		284.9
4	Peso de la arena secada al horno + peso del balon		644.5
5	Peso del balon		161.3
6	Peso de la arena secada al horno (A = 4-5)		483.2
7	Volumen del balon V = 500 ml		500
II. RESULTADOS		PROMEDIO	
1	PESO ESPECIFICO DE MASA (P.E.M. = A / (V - W))	2.25	2.28
2	PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (P.E.M.S.S. = 650 / (V - W))	2.32	2.32
3	PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A / ((V - W) - (500 - A)))	2.44	2.44
4	PORCENTAJE DE ABSORCION ((500 - A) / A * 100)	3.47	3.47



Stevens A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Informe N°	: 122
		Fecha de Emisión	: 24/07/2019
		Realizado por	: H.C.S
		Revisado por	: S.S.S

PROYECTO	"INCORPORACION DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETOS PREMEZCLADOS, HUANCAYO 2019"
----------	--

SOLICITANTE	: YERALDI TIZA BAQUERIZO
UBICACIÓN	: PILCOMAYO - HUANCAYO - JUNEN
CANTERA	: PILCOMAYO

ENSAYO : GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO (NORMA C-136)

PESO 2504.0

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% QUE PASA
2"		0.0	0.0	100.0
1 1/2"		0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	1061.0	42.4	42.4	57.6
1/2"	1218.0	48.6	91.0	9.0
3/8"	182.8	7.3	98.3	1.7
N°4	39.9	1.6	99.9	0.1
FONDO	2.3	0.1	100.0	0.0

TMN :	3/4
MF :	7.406



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

N.T.P. 400.017

CANTERA: : PILCOMAYO
MUESTRA: M-1

I. PESO UNITARIO SUELTO SECO - PUS5

	MUESTRA N° 01		
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + VASUA (kg)	20.127	19.854	19.877
PESO DE LA VASUA (kg)	5.426	5.426	5.426
PESO DE LA MUESTRA SUELTA (kg)	14.701	14.428	14.451
CONSTANTE (1/Vol.mokle)	97.5	97.5	97.5
PESO APARENTE SUELTO (kg/m ³)	1433	1406	1409
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³)	1416		
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m ³)	1409		

II. PESO UNITARIO COMPACTADO SECO - PUC5

	MUESTRA N° 01		
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + VASUA (kg)	20.543	20.784	20.426
PESO DE LA VASUA (kg)	5.426	5.426	5.426
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (kg)	15.117	15.358	15.000
CONSTANTE (1/Vol.mokle)	97.5	97.5	97.5
PESO APARENTE COMPACTADO (kg/m ³)	1473	1487	1462
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO HUMEDO (kg/m ³)	1478		
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m ³)	1470		


Stevens A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Informe N°	122
		Fecha de Emisión	24/07/2019
		Realizado por	H.C.S
		Revisado por	S.S.S

PROYECTO	"INCORPORACION DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETOS PREMEZCLADOS, HUANCAYO 2019"
----------	--

PETICIONARIO	: YERALDI TIZA BAQUERIZO
--------------	--------------------------

UBICACIÓN	: PILCOMAYO - HUANCAYO - JUNIN
-----------	--------------------------------

CANTERA	: PILCOMAYO
---------	-------------

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DEL AGREGADO GRUESO

N.T.P. 339.185

	MUESTRA N° 01	
	PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (kg)	233.79
PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO (kg)	232.8	230.4
TARA	26.75	26.75
CONTENIDO DE AGUA (kg)	0.99	1.05
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.49	0.52
	0.50	

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

N.T.P. 400.021

I. DATOS		MUESTRA N° 01
1	Peso de la muestra secada al horno (A)	2039
2	Peso de la muestra saturada con superficie seca (B)	2063
3	Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla dentro del agua	2250
4	Peso de la canastilla dentro del agua	970
5	Peso de la muestra saturada dentro del agua (C)	1280

II. RESULTADOS		PROMEDIO	
1	PESO ESPECIFICO DE MASA (P.E.M. = A / B - C)	2.60	2.60
2	PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (P.E.M.S.S. = B / (B - C))	2.63	2.63
3	PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A / (A - C))	2.69	2.69
4	PORCENTAJE DE ABSORCION (B - A) / A * 100	1.18	1.18



Silvens A. Samabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 204003



**LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

Informe N° 122
Fecha de Emisión 25/07/2019
Realizado por H.C.S
Revisado por S.S.S

PROYECTO : "INCORPORACION DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETOS PREMEZCLADOS, HUANCAYO 2019"
SOLICITANTE : YERALDI TIZA BAQUERIZO
UBICACIÓN : PILCOMAYO - HUANCAYO - JUNIN
CANTERA : PILCOMAYO

DISEÑO DE MEZCLA METODO AGREGADO GLOBAL

Laboratorio	Piedra	Arena	Cemento
P.e.	2.63	2.32	3.11
%w	0.50%	8.46%	-
%Abs	1.18%	3.47%	-
PUS	1409.00	1384.00	-
PUC	1470.00	1490.00	-
MF	7.41	3.58	-
Tmax(")	1.00	-	-
(Dn-Tn)max(")	3/4	-	-

Vol abs(m3) =	1
f'c (Kg/cm2) =	175
slump (") =	4
f'cr (Kg/cm2) =	245
CEMENTO	
ANDINO TIPO I	

RELACION AGUA CEMENTO

a/c = 0.63

CANTIDADES

H2O= 200
cemento= 317.00

PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO

(Dn-Tn)max[" 3/4
% AIRE = 0.02

VOLUMEN DE AGREGADO

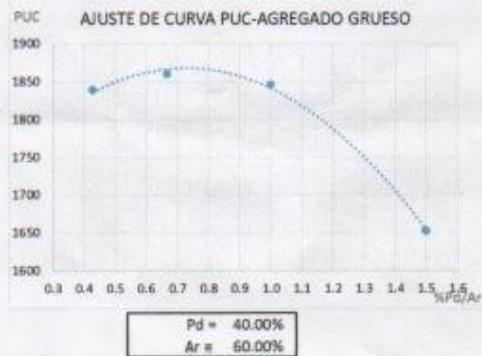
V. Agr= 0.678

Pd = 0.271
Ar = 0.407

CORRECCION POR HUMEDAD

Pd = 715.621
Ar = 946.570

PESO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO



CORRECCION POR HUMEDAD

H2O = 157.680

	DISEÑO ESTÁTICO				DISEÑO DINÁMICO			DISEÑO EN LABORATORIO		
	Peso (Kg)	P.e. (g/cm3)	Vol (m3)	P.U.	D.O.	P.U.	Tnd1bis (kg)	1 Proba 6"x12"	1cono 25(kg)	1briqueta (kg) 4X8
Cemento(bis)	317.000	3.110	0.102	1.000	317.0	1.000	42.500	2.374	3.709	0.593
Agua(L)	200.000	1.000	0.200	0.631	157.7	0.497	21.140	1.181	1.845	0.295
Piedra(Kg)	714.616	2.635	0.271	2.254	715.621	2.257	95.943	5.358	8.372	1.340
Arena(Kg)	945.486	2.324	0.407	2.983	946.570	2.986	126.906	7.088	11.074	1.772
% aire	0.020		0.020			6.741				

OBSERVACIONES:

- * El muestreo e identificación son realizados por el solicitante.
- * En obra corregir por humedad.
- * Realizar tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad

Stevens A. Sanabria Sosa
INGENIERO CIVIL
CIP 204003

PROYECTO : "INCORPORACIÓN DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETOS PREMEZCLADOS, HUANCAYO 2019"

SOLICITANTE : YERALDI TIZA BAQUERIZO

UBICACIÓN : PILCOMAYO + HUANCAYO + JUNIN

CANTERA : PILCOMAYO

DISEÑO DE MEZCLA METODO AGREGADO GLOBAL

Laboratorio	Piedra	Arena	Cemento
P.e.	2.63	2.32	3.11
%w	0.50%	8.46%	-
%Abs	1.18%	3.47%	-
PUS	1409.00	1384.00	-
PUC	1470.00	1490.00	-
MF	7.41	3.58	-
Tmax(°)	1.00	-	-
(Dn-Tn)max(°)	3/4	-	-

Vol abs(m3) =	1
f'c (Kg/cm2) =	210
slump (") =	4
f'cr (Kg/cm2) =	294
CEMENTO ANDINO TIPO I	

RELACION AGUA CEMENTO

a/c = 0.56

CANTIDADES

H2O= 200
cemento= 357.00

PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO

(Dn-Tn)max(°), 3/4
% AIRE = 0.02

VOLUMEN DE AGREGADO

V. Agr= 0.665

Pd = 0.266
Ar = 0.399

CORRECCION POR HUMEDAD

Pd = 702.066
Ar = 928.636

PESO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO



Pd =	40.00%
Ar =	60.00%

CORRECCION POR HUMEDAD

H2O = 158.482

	DISEÑO ESTÁTICO				DISEÑO DINÁMICO			DISEÑO EN LABORATORIO		
	Peso (Kg)	P.e. (g/cm3)	Vol (m3)	P.U.	D.O.	P.U.	Tnd1bs (kg)	1 Proba 6"X12"	1cono 25(kg)	1briquetta (kg) 4X8
Cemento(bis)	357.000	3.110	0.115	1.000	357.0	1.000	42.500	2.661	4.109	0.665
Agua(L)	200.000	1.000	0.200	0.560	158.5	0.444	18.867	1.182	1.846	0.295
Piedra(Kg)	701.061	2.635	0.266	1.964	702.066	1.967	83.579	5.234	8.178	1.308
Arena(Kg)	927.551	2.324	0.399	2.598	928.636	2.601	110.552	6.923	10.817	1.731
% aire	0.020		0.020			6.012				

OBSERVACIONES:

- * El muestreo e identificación son realizados por el solicitante.
- * En obra corregir por humedad.
- * Realizar tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad


Stevens A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

	LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS	Informe N°	122
		Fecha de Emisión	25/07/2019
		Realizado por	H.C.S
		Revisado por	S.S.S

PROYECTO	"INCORPORACIÓN DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETOS PREMEZCLADOS, HUANCAYO 2019"
SOLICITANTE	: YERALDI TIZA BAQUERIZO
UBICACIÓN	: PILCOMAYO - HUANCAYO - JUNIN
CANTERA	: PILCOMAYO

DISEÑO DE MEZCLA METODO AGREGADO GLOBAL

Laboratorio	Piedra	Arena	Cemento
P.e.	2.63	2.32	3.11
%w	0.50%	8.46%	-
%Abs	1.18%	3.47%	-
PUS	1409.00	1384.00	-
PUC	1470.00	1490.00	-
MF	7.41	3.58	-
Tmax(°)	1.00	-	-
(Dn-Tn)max(°)	3/4	-	-

Vol abs(m3) =	1
f'c (Kg/cm2) =	210
slump (") =	4
f'cr (Kg/cm2) =	294
CEMENTO ANDINO TIPO I	

RELACION AGUA CEMENTO

a/c = 0.56

CANTIDADES

H2O= 200
cemento= 357.00

PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO

(Dn-Tn)max(°), 3/4
% AIRE = 0.02

VOLUMEN DE AGREGADO

V. Agr= 0.665

Pd = 0.266

Ar = 0.399

CORRECCION POR HUMEDAD

Pd = 702.066
Ar = 928.636

PESO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO



Pd =	40.00%
Ar =	60.00%

CORRECCION POR HUMEDAD

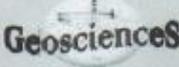
H2O = 158.482

	DISEÑO ESTÁTICO				DISEÑO DINÁMICO			DISEÑO EN LABORATORIO		
	Peso (Kg)	P.e. (g/cm3)	Vol (m3)	P.U.	D.O.	P.U.	Tnd1bs (kg)	1 Probeta 6"x12"	1 cono 25(kg)	1 briqueta (kg) 4X8
Cemento(bis)	357.000	3.110	0.115	1.000	357.0	1.000	42.500	2.661	4.159	0.665
Agua(L)	200.000	1.000	0.200	0.560	158.5	0.444	18.867	1.182	1.846	0.295
Piedra(Kg)	701.061	2.635	0.266	1.964	702.066	1.967	83.579	5.234	8.178	1.308
Arena(Kg)	927.551	2.324	0.399	2.598	928.636	2.601	110.552	6.923	10.817	1.731
% aire	0.020		0.020			6.012				

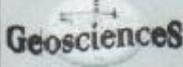
OBSERVACIONES:

- * El muestreo e identificación son realizados por el solicitante.
- * En obra corregir por humedad.
- * Realizar tandas de prueba por condiciones técnicas del lugar de obra, controlar las características de los materiales, personal técnico y equipos utilizados en obra.
- * El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad


Stevens A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

	UNA FUERZA FISIÓN INDEPENDIENTE DE INGENIERÍA				INFORME N°: 00123								
	ENSAYO DE ROTURA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO				REALIZADO POR: S.C.S. REVISADO POR: S.C.S.								
PROYECTO: "INCORPORACION DE AGUAS TRATADAS DE PITAR EN CONCRETOS PREMEZCLADOS, HUANCAYO 2019"													
PROCEDENCIA: HUANCAYO - JUNIN		SOLICITA: YERALIN TIZA RAQUERIZO		FECHA DE ENTREGA: 06/09/2019									
AGUA RESIDUAL													
PROBETA N°	FECHA DE MOLEDO	FECHA ROTURA	RESISTENCIA REQ. (kg/cm ²)	EDAD DE ROTURA (DIAS)	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (Cm ²)	PESO (gf)	RESISTENCIA DE FALLO (Kg)	RESISTENCIA DE FALLO (Kg)	RESISTENCIA DE FALLO (kg/cm ²)	RESISTENCIA EN (%)	ESQUEMA DE FALLO #
1	26-Jul-19	02-ago-19	175	7	30.30	15.10	179.079	12854	259.20	26443.34	147.65	84.373	A
2	26-Jul-19	09-ago-19	175	14	30.40	15.30	183.824	12829	300.10	30801.80	168.45	95.112	A
3	26-Jul-19	23-ago-19	175	28	30.20	15.00	176.715	12075	304.60	37176.99	210.99	120.223	D
4	26-Jul-19	02-ago-19	210	7	35.40	15.40	186.265	12926	329.20	33569.18	180.22	85.820	A
5	26-Jul-19	09-ago-19	210	14	30.50	15.40	186.265	12880	364.60	37176.99	199.60	95.049	E
6	26-Jul-19	23-ago-19	210	28	30.70	15.20	181.458	12320	448.90	45775.23	252.26	120.125	A
EQUIPO: PC160 / SERVO-888		TIPOS DE FALLA DE LOS CILINDROS DE CONCRETO					la Resistencia en función a la edad del concreto es: Parámetros: 1 día = 25 - 35 % 3 días = 42 - 53 % 7 días = 70 - 85 % 14 días = 85 - 95 % 28 días = 100 - 120 % 90 días sube entre 10 y 15 % de la resistencia de 28 días.						
OBSERVACIONES: Las probetas fueron realizadas por el solicitante													
NOTA: La extracción, identificación de muestras y revisión de probetas para la prueba de compresión simple, fueron realizados por el solicitante. Las muestras ensayadas se encuentran dentro del rango especificado por el ACI.													
FIRMAS AUTORIZADAS:													


 Stevens A. Sanabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 204003

	UNA NUEVA VISIÓN INGENIERÍA				INFORME N°: 00123								
	ENSAYO DE ROTURA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO				REALIZADO POR: H.C.S. REVISADO POR: S.L.S.								
PROYECTO: "INCORPORACIÓN DE AGUAS TRATADAS DE PTAR EN CONCRETOS PREMEZCLADOS, HUANCAYO 2019"													
PROCEDENCIA: HUANCAYO - JUNIN		SOLICITA: YERALDI TIZA BAQUERIZO		FECHA DE ENTREGA: 06/09/2019									
AGUA POTABLE													
PRUEBA N°	FECHA DE MOLDEO	FECHA ROTURA	RESISTENCIA ABQUEBIDA (kg/cm2)	EDAD DE ROTURA (DIAS)	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (Cm²)	PESO (gr)	RESISTENCIA DE FALLO (KN)	RESISTENCIA DE FALLO (Kg)	RESISTENCIA DE FALLO (kg/cm2)	RESISTENCIA EN (%)	ESQUEMA DE FALLO #
1	03-ago-19	10-ago-19	175	7	30.20	15.10	179.079	12888	235.60	26064.04	145.25	83.369	A
2	03-ago-19	17-ago-19	175	14	30.30	15.20	181.458	12787	294.60	30040.95	165.55	94.602	A
3	03-ago-19	31-ago-19	175	28	30.30	15.30	183.854	12826	378.70	38616.80	210.04	120.023	D
4	03-ago-19	10-ago-19	210	7	30.20	15.10	179.079	12717	310.40	31652.11	176.75	84.367	A
5	03-ago-19	17-ago-19	210	14	30.20	15.10	179.079	12875	348.70	35557.64	198.56	94.552	E
6	03-ago-19	31-ago-19	210	28	30.40	15.20	181.458	12914	448.00	45744.64	252.00	120.045	A
EQUIPO: PC140 / SERVO-998		TIPOS DE FALLA DE LOS CILINDROS DE CONCRETO					la resistencia en fracción a la edad del ensayo es: Parámetros: 1 día = 25 - 35 % 3 días = 42 - 53 % 7 días = 70 - 85 % 14 días = 85 - 95 % 28 días = 100 - 120 % 60 días sobre entre 10 y 15 % de la resistencia de 28 días.						
OBSERVACIONES: Las probetas fueron realizadas por el solicitante													
NOTA: La extracción, identificación de muestras y revisión de probetas para la prueba de compresión simple, fueron realizadas por el solicitante. Las muestras ensayadas se encuentran dentro del rango especificado por el ACI.													
FIRMAS AUTORIZADAS:													


Stevens A. Sumabria Sosa
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 204003

Anexo N° 3: Certificados de calibración de equipos



Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-503-2018

Expediente 02208-2018
Solicitante GEOSCIENCIAS S.A.C.
Dirección JR. AREQUIPA MZA. 50 LOTE. 05 A.H.
LA VICTORIA - JUNIN - HUANCAYO -
EL TAMBO
Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA
Marca OHAUS
Modelo SE402F
Serie B145294238
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Capacidad Máxima 400 g
División de escala (d) 0,01 g
División de verificación (e) 0,1 g
Tipo ELECTRONICA
Ubicación Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.

Misión:
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Fecha de Calibración 2018-09-24

Método de Calibración

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	18,2 °C	17,1 °C
Humedad Relativa	63 %	53 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2018-09-24

Luigi Asenjo G.

Página 1 de 4
FM035-01



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-503-2018

Observaciones

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 0,2 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento

(*) Código asignado por Metrotest E.I.R.L.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de INACAL-DM	Juego de pesas (exactitud F1)	LM - C-215-2017



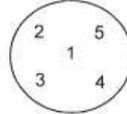


Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-503-2018

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	1,00	1,00	0,007	0,0	130,00	130,00	0,007	0,0	0,0	0,2
2		1,00	0,008	0,0		130,00	0,006	0,0	0,0	
3		1,00	0,006	0,0		130,00	0,008	0,0	0,0	
4		1,00	0,008	0,0		130,00	0,007	0,0	0,0	
5		1,00	0,007	0,0		130,00	0,008	0,0	0,0	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R + 0,0000062 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0,0000 \text{ g}^2 + 0,0000000001 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 400 g, División de verificación (e): 0,1 g y clase de exactitud III, según Norma Metrológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp	
0 g	a	50 g	0,1 g
50 g	a	200 g	0,2 g
200 g	a	400 g	0,3 g



INFORME DE VERIFICACIÓN 206-2018 PLL

Solicitante: GEOSCIENCIAS SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA
Direccion: JR. AREQUIPA MZA. 50 LOTE. 05 A.H. LA VICTORIA
(COSTADO DE UNCP) JUNIN - HUANCAYO - EL TAMBO

CONO DE ASENTAMIENTO SLUMP

Norma: ASTM C 143-192

Referencia: PC1101

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Diámetro mayor del cono	199,95	mm
Diámetro menor del cono	100,82	mm
Altura del cono	300,00	mm

N°Serie : 0115090028-016

Fecha: 2018-09-20

Firma: 

AC-P-01-F-14//Rev 0// Válido desde 2017-11-15

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 - 4641606 | Lima, Perú | peru.laboratorio@pinzuar.com.co
peru.comercial@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co

Anexo N° 4: Panel Fotográfico



PTAR de Huachac



Afluente de la PTAR de Huachac



Toma de muestra del agua de PTAR de Huachac



Tamizado del agregado



Tamizado del agregado



Preparado del concreto



Preparado del concreto



Sacando muestras para las probetas del concreto



Sacando muestras para las probetas del concreto



Sacando muestras para las probetas del concreto



Midiendo el slum del concreto en estado fresco



Midiendo el slump del concreto en estado fresco



Muestras para el peso unitario del concreto



Muestras para el peso unitario del concreto



Probetas



Curado de probetas



Peso de las probetas para su rotura



Rotura de probeta



Rotura de probeta