



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural, Juliaca 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Quilla Cusi, Helard Nilton (ORCID: 0000-0002-7104-7020)

Quiroz Chambi, Edison Adonis (ORCID: 0000-0002-3004-7649)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Clemente Condori, Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2021

## Dedicatoria

Este trabajo de investigación lo dedico a Dios por permitirme llegar a este momento tan importante de mi vida, a mis padres Mario, Roslady y a mi hermana Yoselin por acompañarme e hicieron posible la culminación de este trabajo de investigación.

Helard Nilton

A mi madre Lucia por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, mi educación tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Edison Adonis

## **Agradecimiento**

Agradezco a todas las personas que intervinieron para que este trabajo sea posible en especial a mi familia, al asesor Mg Ing. Luis Jimmy Clemente Condori por ultimo una especial mención a una persona por estar en esta importante etapa de mi vida, por su cariño Sara Raquel.

Helard Nilton

Quiero agradecer a todos los Catedráticos ya que ellos me enseñaron a valorar los estudios y superarme día a día, también agradezco a mi familia porque ellos estuvieron en los días más difíciles de mi vida como estudiante. Y agradezco a Dios por darme la salud que tengo.

Edison Adonis

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	ii
Declaratoria de autenticidad .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	viii
Índice de abreviaturas .....	x
Índice de anexos .....	xi
Resumen .....	xii
Abstract .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	7
III. METODOLOGÍA .....	26
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	26
3.2. Variable y Operacionalización .....	27
3.3. Población, muestra y muestreo .....	29
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	30
3.5. Procedimientos .....	33
3.6. Método de análisis de datos .....	60
3.7. Aspecto ético .....	60
IV. RESULTADOS .....	61
V. DISCUSIÓN .....	99
VI. CONCLUSIONES .....	103
VII. RECOMENDACIONES .....	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	106



## Índice de tablas

- Tabla 1: Ultima poblacion proyectada al 2020 provincia San Roman	3
- Tabla 2: Resumen de resistencias de concreto obtenidas.	8
- Tabla 3. Resumen de resistencias a compresion obtenidas.	9
- Tabla 4. Resumen de resistencias de concreto obtenidas con agua potable	11
- Tabla 5. Resumen de resistencias de concreto obtenidas con agua de rio.	11
- Tabla 6. Resumen de resistencias obtenidas con agua subterránea	11
- Tabla 7. Resumen de resistencias obtenidas con diferentes tipos de agua.	12
- Tabla 8. Valores de conductividad para diferentes tipos de agua.	17
- Tabla 9. Escala de dureza.	17
- Tabla 10. Niveles de oxígeno disuelto.	18
- Tabla 11. Clasificación de cemento portland.	20
- Tabla 12. Requisito de la calidad del agua.	21
- Tabla 13. Clasificación de aditivos según (Abanto, 2009).	22
- Tabla 14. Operacionalizacion de variables.	28
- Tabla 15. Cuadro de calculo de alfa de Crombach	32
- Tabla 16. Cuadro de confiabilidad de alfa de Crombach	33
- Tabla 17. Caracterización física de agregados	35
- Tabla 18. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso	48
- Tabla 19. Clases de mezcla según su asentamiento	53
- Tabla 20. Propiedades químicas de las muestras de agua	61
- Tabla 21. Contenido de humedad de agregado fino	62
- Tabla 22. Contenido de humedad de agregado grueso	62
- Tabla 23. Tamizado granulométrico agregado grueso	63
- Tabla 24. Tamizado granulométrico agregado fino	64
- Tabla 25. Peso específico de agregado fino método picnómetro.	66
- Tabla 26. Peso específico de agregado grueso método picnómetro	67
- Tabla 27. Peso unitario de agregado fino	68
- Tabla 28. Peso unitario de agregado grueso	68
- Tabla 29. Peso unitario compactado de agregado fino	69
- Tabla 30. Peso unitario compactado de agregado grueso	69
- Tabla 31. Resultados de laboratorio	70

- Tabla 32. Cantidad de agua de diseño de acuerdo al TMN	71
- Tabla 33. Relación agua cemento (a/c) por resistencia	71
- Tabla 34. Volumen de agregado grueso	73
- Tabla 35. Diseño de mezcla en estado seco	74
- Tabla 36. Contenido de humedad de agregado fino	74
- Tabla 37. Peso de materiales corregido por humedad	76
- Tabla 38. Dosificación de la mezcla por proporción de volumen	76
- Tabla 39. Revenimiento de diferentes tipos de mezcla de concreto	76
- Tabla 40. Resistencia a compresión del concreto a los 7 días	77
- Tabla 41. Resistencia a compresión del concreto a los 14 días	77
- Tabla 42. Resistencia a compresión del concreto a los 28 días	77
- Tabla 43. Resistencia a compresión del concreto a los 7 días	79
- Tabla 44. Resistencia a compresión del concreto a los 14 días	79
- Tabla 45. Resistencia a compresión del concreto a los 28 días	80
- Tabla 46. Cuadro comparativo de resistencias a compresión promedios	81
- Tabla 47. Resistencia a la compresión a los 28 días.	83
- Tabla 48. Análisis estadístico del concreto con agua potable	84
- Tabla 49. Análisis estadístico del concreto con agua potable	84
- Tabla 50. Datos estadísticos del concreto con agua subterránea y potable	84
- Tabla 51. Resistencia a la compresión con agua subterránea a los 28 días	87
- Tabla 52. Análisis estadístico del concreto con agua potable	87
- Tabla 53. Datos estadísticos del concreto con agua subterránea	87
- Tabla 54. Resistencia a la compresión con agua potable a los 28 días	90
- Tabla 55. Análisis estadístico del concreto con agua potable	91
- Tabla 56. Datos estadísticos del concreto con agua potable	91
- Tabla 57. Datos estadísticos del análisis químico del agua	94
- Tabla 58. Análisis estadístico del concreto con agua potable	94
- Tabla 59. Análisis estadístico del concreto con agua subterránea	95
- Tabla 60. Datos estadísticos del concreto con agua subterránea y potable	95
- Tabla 61. Cuadro resumen de constrastacion de hipotesis	98

## Índice de figuras

Figura 1. Lugar de captacion de agua potable	4
Figura 2. Resistencia promedio concreto vs dia de maduracion	9
Figura 3. Resistencia a compresion promedio de concreto	13
Figura 4. Resistencia promedio de resistencia de concreto	14
Figura 5. Pozo de agua subterránea	15
Figura 6. Escala de acidez.	18
Figura 7. Grifo de agua potable	19
Figura 8. Cemento portland	20
Figura 9. Slump método para determinar trabajabilidad	23
Figura 10. Segregación del concreto	23
Figura 11. Exudación del concreto	24
Figura 12. Diagrama de muestreo	30
Figura 13. Ubicación de cantera Unocolla	33
Figura 14. Cantera unocolla	34
Figura 15. Agua potable para la elaboración de probetas de concreto	34
Figura 16. Agua subterránea para la elaboración de probetas de concreto	35
Figura 17: Ensayo de contenido de humedad muestra puesta al horno	36
Figura 18: Ensayo de pesos unitarios caída de la muestra al molde	38
Figura 19: Ensayo de peso unitarios (registro de pesos)	38
Figura 20: Ensayo de peso unitarios (compactación de la muestra)	39
Figura 21: Ensayo de pesos unitarios (enrasado de muestra)	39
Figura 22: Ensayo peso específico (secado de la muestra)	41
Figura 23: Ensayo de peso específico (apisonamiento con el cono truncado)	41
Figura 24: Ensayo de peso específico (retiro del cono)	42
Figura 25: Ensayo de pesos específicos (peso de la muestra SSS 500gr)	42
Figura 26: Ensayo de pesos específicos (peso de picnómetro más agua)	42
Figura 27: Ensayo de pesos específicos (llenado de la muestra SSS)	43
Figura 28: Ensayo de peso específico (agitación del picnómetro)	43
Figura 29: Ensayo de pesos específicos (peso picnómetro más agua y muestra)	44

Figura 30: Ensayo de pesos específicos (introducción de muestra al horno)	44
Figura 31: Ensayo de pesos específicos (peso de recipiente más muestra seca)	45
Figura 32: ensayo de pesos específicos (saturación de la muestra)	45
Figura 33: Ensayo de pesos específicos (peso saturado superficialmente seco)	46
Figura 34: Ensayo de pesos específicos (peso picnómetro más agua)	46
Figura 35: Ensayos de pesos específicos (peso de picnómetro más muestra h)	47
Figura 36: Ensayo de granulometría (secado de muestra natural)	48
Figura 37: Ensayo de análisis granulométrico lavado da agregado grueso	49
Figura 38: Ensayo de análisis granulométrico (juego de tamices)	49
Figura 39: Ensayo de análisis granulométrico (tamizado de la muestra)	50
Figura 40: peso de muestra en tamiz retenido	50
Figura 41. Dimensiones de cono de Abrams	52
Figura 42: Slump (compactación con la varilla 25 golpes)	53
Figura 43. Elaboración del ensayo Slump	53
Figura 44. Preparación herramientas para elaboración de briquetas	54
Figura 45. Proporciones para la elaboración de concreto con agua potable	55
Figura 46. Proporciones para la elaboración de concreto con agua subterránea	55
Figura 47. Elaboración de briquetas de concreto con agua subterránea y potable	56
Figura 48. Enrazado y etiquetado de briquetas de concreto	56
Figura 49. Desmóldelo de briquetas	57
Figura 50. Curado de briquetas	57
Figura 51. Toma de medición de probetas de concreto	58
Figura 52. Ensayo de compresión de probetas cilíndricas	59
Figura 53. Tipos de fallas obtenidas después del ensayo de compresión	59
Figura 54. Curva granulométrica agregado grueso	64
Figura 55. Curva granulométrica agregado fino	65
Figura 56. Curva de resistencia a compresión de muestras con agua subterránea	78
Figura 57. Comparación de resistencia obtenida vs resistencia requerida	78
Figura 58. Curva de resistencia a compresión de muestras con agua potable	80
Figura 59. Comparación de resistencia obtenida vs resistencia requerida.	81
Figura 60. Comparación de resistencias a compresión de muestras cilíndricas	82

Figura 61. Comparación de resistencias obtenidas vs resistencia requerida	82
Figura 62. Cuadro de distribución t de Student	85
Figura 63. Grafica de distribución de probabilidades (prueba de dos colas)	85
Figura 64. Cuadro de distribución t de Student.	88
Figura 65. Grafica de distribución de probabilidades (agua subterránea)	89
Figura 66. Cuadro de distribución t de Student.	92
Figura 67. Grafica de distribución de probabilidades (agua potable)	92
Figura 68. Cuadro de distribución t de Student	96
Figura 69. Grafica de distribución de probabilidades (prueba de dos colas)	96

## Índice de abreviaturas

INEI: instituto nacional de estadística e informática  
EPS: empresa prestadora de servicios  
ASTM: American Society for Testing and Materials  
NTC: Norma Técnica Colombiana  
OD: El oxígeno disuelto  
RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones.  
NTP: Norma Técnica Peruana  
Ppm: Partículas por millón  
Gc: Grupo control  
Ge: grupo experimental  
MTC: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.  
SSS: Saturado Superficialmente Seca.  
INIA: Instituto Nacional de Innovación Agraria.  
ACI: American Concrete Institute.  
UCV: Universidad Cesar Vallejo.  
MF: Modulo de finura.  
TMN: Tamaño Máximo Nominal.  
GI: Grados de libertad.

## Índice de anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia.	112
Anexo 2: Cuestionario de validez de instrumentos.	113
Anexo 3: Panel fotografico.	122
Anexo 4: Resultado de fallas de las muestras de concreto a 7 dias de curado	129
Anexo 5: Resultado de fallas de las muestras de concreto a 14 dias de curado	130
Anexo 6: Resultado de fallas de las muestras de concreto a 28 dias de curado	131
Anexo 7: Certificado de análisis químico del agua potable y subterránea.	132
Anexo 8: Certificado de laboratorio de contenido de humedad y peso unitario.	133
Anexo 9: Certificado de laboratorio, análisis granulométrico del A.G.	134
Anexo 10: Certificado de laboratorio, análisis granulométrico del A.F.	135
Anexo 11: Certificado de laboratorio, análisis propiedades de AF y AG.	136
Anexo 12: Certificado de laboratorio, diseño de mezclas.	137
Anexo 13: Certificado de ensayo a compresión (agua subterránea)	140
Anexo 14: Certificado de ensayo a compresión (agua potable).	141
Anexo 15: Ficha técnica del cemento para el diseños de mezcla.	142

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo determinar la resistencia a compresión de concreto estructural mediante el uso de agua subterránea y potable, el método utilizado en este trabajo de investigación es experimental desarrollada en la ciudad de Juliaca provincia de San Román Región Puno, para ello se consideró realizar los siguientes pasos; se realizó el análisis químico de las muestras de aguas subterráneas y potable de la ciudad de Juliaca, posteriormente se realizó el diseño de mezclas para la fabricación de concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  para su posterior elaboración de muestras cilíndricas de concreto (briquetas), usando en las muestras (A) agua subterránea (muestra experimental) y en las muestras (B) agua potable (muestra patrón), el curado del concreto fueron con la misma agua que se utilizó para la fabricación del concreto. Dichas muestras fueron sometidas al ensayo de resistencia a compresión de concreto de acuerdo a la norma peruana NTP 339.034 a los 7,14 y 28 días. Los resultados del ensayo a compresión del concreto de las muestras del grupo (A) con agua subterránea a los 7,14 y 28 días fueron en promedio 199.35, 225.33 y 269.03  $\text{kg/cm}^2$ , los resultados después del ensayo a compresión del concreto de la muestra del grupo (B) con agua potable con un promedio de resultados a los 7, 14 y 28 días fueron los siguientes, 205.45, 249.74 y 286.07  $\text{kg/cm}^2$ .

Podemos decir que el concreto estructural  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  elaborado y curado con agua subterránea demuestran una resistencia menor con respecto a las muestras elaboradas con agua potable.

**Palabras clave:** concreto, agua subterránea, agua potable, compresión.



## Abstract

The present investigation aims to determine the compressive strength of structural concrete through the use of underground and potable water, the method used in this research work is experimental developed in the city of Juliaca, San Román province, Puno Region, for this it was considered perform the following steps; The chemical analysis of the underground and drinking water samples of the city of Juliaca was carried out, later the design of mixtures for the manufacture of concrete  $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$  was carried out for its subsequent elaboration of cylindrical concrete samples (briquettes), using In the samples (A) groundwater (experimental sample) and in the samples (B) drinking water (standard sample), the concrete was cured with the same water that was used for the manufacture of the concrete. Said samples were subjected to the concrete compression resistance test according to the Peruvian standard NTP 339.034 at 7, 14 and 28 days. The results of the concrete compression test of the samples of group (A) at 7, 14 and 28 days averaged 199.35, 225.33 and 269.03 kg / cm<sup>2</sup>, the results after the concrete compression test of the group sample (B) with an average of results at 7, 14 and 28 days were the following, 205.45, 249.74 and 286.07 kg / cm<sup>2</sup>.

We can say that structural concrete  $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$  made and cured with groundwater show a lower resistance compared to samples made with drinking water.

**Keywords:** concrete, groundwater, potable water, compression.

## I. INTRODUCCIÓN

El agua subterránea se encuentra y circula en el subsuelo, y esta conforma los acuíferos. La fuente de aporte primordial son las aguas de lluvia, a través de infiltración. También tiene como origen de alimentación los ríos, arroyos y lagos. El agua subterránea esta por abajo del nivel freático y asciende al área superficial de manera natural por medio de manantiales o cauces fluviales (Collazo y Montaña, 2012).

El agua subterránea se compone de forma química cual dependerá del tipo y característica de la roca, del tipo de agua que se infiltra y de procesos microbiológicos producidos en el suelo. En el momento en que el agua se infiltra en el suelo a través de la roca, hay disipación de los materiales con el agua subterránea, modificando su composición inicial. Las partes químicas que se presentan en el ciclo hidrológico del agua, como gases atmosféricos, materias de polvo o aerosoles cerca de los cuales se concentran las gotas de lluvia, como elemento en detención o disueltos en el agua. La composición natural del agua de lluvia dependerá de la localización geográfica del sitio que se esté analizando y de los factores climatológicos que influyen en la precipitación local. Esta composición, así como la interacción con el suelo y las partículas rocosas determinaran entonces la composición del agua subterránea (Velez et al, 2011).

El agua es un recurso hídrico fundamental para la vida de los seres humanos, el agua potable es un derecho fundamental de toda persona y el acceso a este debe de estar garantizado, según las naciones unidas cada persona consume en promedio de 20 a 50 litros diarios, el no acceso de agua potable limpia en diferentes comunidades o poblaciones generalmente se encuentran en situación de pobreza (INEI, 2020).

El hormigón o concreto es un material que se adhiere entre si cuando se añade agua, este material no pierde sus propiedades después del fraguado, cuya composición es principalmente de agregados, agua y cemento. Cuando se habla de volúmenes es concreto u hormigón es aproximadamente 13% de cemento, 7.5 % de agua y 79.5 % de agregados naturales (Peck et al, 2014 pág. 24).

## **Formulación del problema**

El agua es un recurso vital para la subsistencia de los seres humanos, para su desarrollo y para el crecimiento de las urbes. Además de ser utilizada para usos domésticos, es una de las materias primas principales para construir las estructuras que conforman las ciudades del mundo. Para lo cual el problema se establece en un solo sentido siendo:

### **Problema principal**

¿Cómo afecta el uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural Juliaca 2021?

### **Problema secundario N°1**

¿Con un volumen pre calculado se alcanzaría una buena resistencia a compresión de concreto estructural utilizando el agua subterránea?

### **Problema secundario N°2**

¿Con un volumen pre calculado se obtendría una mejor resistencia a compresión de concreto estructural utilizando agua potable?

### **Problema secundario N°3**

¿Con un análisis químico se lograría una adecuada información técnica de los límites máximos permisibles para verificar si se afecta la resistencia a compresión utilizando agua potable y subterránea?

## **Justificación del estudio**

En los últimos años en el Perú se presentó un crecimiento estadístico poblacional grande, al igual que las construcciones civiles como viviendas, centros educativos, hospitales, carreteras etc., así mismo con el crecimiento poblacional se produce una escases de agua para el consumo humano, esto causa riesgos en cuanto la calidad del concreto en las estructuras de obras civiles en poblaciones que presentan escases de agua o un alcance limitado al agua potable, por lo que se ve necesario conocer las propiedades químicas del agua que se utilizara para las construcciones de concreto, debido a que ello es fundamental para asegurar la

estabilidad y durabilidad de las construcciones de obras civiles, que perjudicaría a la economía, el medio ambiente y las vidas humanas.

Esta investigación se realizó debido a que el distrito de Juliaca provincia de San Román, es la jurisdicción con mayor crecimiento poblacional de la región de Puno como se muestra en la tabla 1, según la última estimación de proyección poblacional 2018 -2020 INEI (instituto nacional de estadística e informática), esta población no cuenta con la dotación de agua potable al 100% de las viviendas. Según declaraciones del gerente de la EPS Seda Juliaca en una nota periodística publicada el 32 de marzo del 2021 solo el 50 % de viviendas cuentan con conexiones de agua potable y alcantarillado (Pachamama Radio, 2021).

Tabla 1: *Última población proyectada al 2020 provincia de San Román.*

Ubigeo	Departamento, provincia y distrito	2018	2019	2020
211100	San Román	325549	335193	344030
211101	Juliaca	240615	246970	252671
211102	Cabana	5314	5410	5495
211103	Cabanillas	4652	4606	4546
211104	Caracoto	7247	7374	7479
211105	San Miguel	67721	70831	73839

Fuente: (INEI, 2020)

Para los que tienen conexiones domiciliarias en promedio la dotación es de dos tres horas al día, por lo cual la población hace uso de agua subterránea extraída por posos tubulares, y esto produce un problema en la elaboración de concreto para las diferentes construcciones, ya que un gran porcentaje de la ciudadanía no tiene acceso al agua potable y hacen uso del agua subterránea lo que con lleva a no tener estudios sobre si este concreto elaborado con agua subterránea cumple con la resistencia adecuada de diseño.

El recurso hídrico es considerado como elemento primario para la creación de concreto, por lo que la calidad de este recurso hídrico va a ser indispensable para obtener una resistencia correcta a diseño. Ciertos agentes que tienen la posibilidad intervenir en la calidad del agua es la salinidad o ciertos materiales pesados, por lo que en esta presente indagación estudiaremos la utilización de dos tipos de orígenes de agua, agua subterránea y agua potable, con la finalidad de obtener un

resultado que muestre que impacto tiene el agua de dichas procedencias en la resistencia a la compresión del concreto, las muestras de agua subterránea y potable que servirán para la fabricación del concreto fueron obtenidos como se muestra en la figura 1 de la urbanización san francisco I etapa de la ciudad de Juliaca Provincia de San Román región de puno.



Figura 1. Lugar de captación de agua potable.  
Fuente: Google Maps

### Justificación económica

En los últimos años se han venido construyendo gran cantidad de viviendas unifamiliares, multifamiliares, escuelas, colegios, universidades, etc., por lo cual el uso de agua es de mucha importancia y no todos cuentan con agua potable.

El sistema de uso del agua subterránea está planteada, debido a factores económicos y de tiempo de construcción, ya que en las zonas aledañas no se tiene el consumo de agua potable y es factible la utilización de agua subterránea para la mezcla del concreto.

### Justificación social

Con esta investigación se postula una solución al uso del agua subterránea en la elaboración del concreto estructural ya que la población de Juliaca en un alto porcentaje y crecimiento no tiene acceso al recurso hídrico como es el agua potable.

## **Justificación metodológica**

Esta investigación está basada en el principio científico con el tipo de investigación cuantitativa para proponer el uso del agua subterránea en la elaboración del concreto en la ciudad de Juliaca.

## **Justificación ambiental**

El uso de agua subterránea facilitara en futuras construcciones de lugares donde no hay agua potable y una mejora en la calidad de vida del sector mayoritario para la construcción de viviendas, realizando un estudio químico del agua subterránea.

## **Objetivos**

### **Objetivo principal**

Se plantea un objetivo general que es: determinar la resistencia a compresión de concreto estructural mediante el uso de agua subterránea y potable. Así mismo se pretende segregar el objetivo principal por objetivo específicos que son:

### **Objetivos secundario N°1**

Alcanzar una buena resistencia a compresión de concreto estructural utilizando el agua subterránea mediante un volumen pre calculado.

### **Objetivos secundario N°2**

Obtener una mejor resistencia a compresión de concreto estructural utilizando agua potable por medio de un volumen pre calculado.

### **Objetivos secundario N°3**

Lograr una adecuada información técnica de los límites máximos permisibles para verificar si se afecta la resistencia a la compresión del concreto utilizando agua potable y subterránea en razón a un análisis químico.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis principal**

Luego de analizar la situación problemática y los objetivos se llegó a proponer la siguiente hipótesis principal: El uso del agua subterránea y agua potable determinara si se afecta la resistencia a compresión del concreto estructural, así mismo se propone las siguientes hipótesis específicas:

### **Hipótesis secundario N°1**

El volumen pre calculado alcanzara una buena resistencia a compresión de concreto estructural utilizando el agua subterránea.

### **Hipótesis secundario N°2**

El volumen pre calculado obtendrá una mejor resistencia a compresión de concreto estructural utilizando agua potable.

### **Hipótesis secundario N°3**

Un análisis químico lograra una adecuada información técnica de los límites máximos permisibles para verificar si se afecta la resistencia a compresión del concreto utilizando agua potable y subterránea.

## **Delimitación del estudio**

### **Delimitación temporal**

La presente investigación se ejecutó por un periodo de 4 meses, (marzo del 2021 hasta junio 2021) lo cual permitió determinar si el uso del agua subterránea y agua potable es determinante en la resistencia a compresión del concreto estructural  $f_c^l=210 \text{ kg/cm}^2$  para lo cual se realizó ensayos a compresión del concreto a los 7,14 y 28 días de acuerdo a las NTP.

### **Delimitación espacial**

La investigación se realizaron con agua subterránea obtenida del barrio Néstor Cáceres Velázquez de la ciudad de Juliaca y el agua tratada potable se obtuvo de la red de abastecimiento de agua potable en la urbanización San Francisco I etapa de la misma localidad.

## II. MARCO TEÓRICO

### Trabajos previos

#### Antecedentes internacionales

(Ponce, 2015) En su trabajo de tesis denominado “Evaluación de la implementación de agua tratadas en la elaboración de concretos en el municipio de aguas calientes” México, cuyo objetivo fue determinar la viabilidad de usar agua tratada para la elaboración de concreto de mediana resistencia sin que disminuya la calidad y desempeño mediante muestra y pruebas de concreto, este trabajo es método experimental, en esta investigación los resultados que obtuvieron fueron similares entre los concretos elaborados con agua potable y agua procedente de una planta de tratamiento de agua, también realizaron un estudio físico químico para ver la calidad del agua y que no sobrepasen parámetros de normatividad Mexicana.

(Nan, su; et al, 2002) en este artículo denominado “Effect of wash water and underground water on properties of concrete”, nos menciona que el estudio abordó el efecto de diferentes tipos de agua de amasado sobre las propiedades del mortero y el hormigón, como la resistencia a la compresión, los tiempos de fraguado y la trabajabilidad. El agua que se usa para mortero y concreto incluye agua del grifo, agua subterránea y agua de lavado de las operaciones de lavado del mezclador en una planta de concreto premezclado. Este estudio es de tipo experimental la cual analiza la calidad de este tipo de agua. Luego, se realizaron pruebas en mortero y hormigón. El concreto mezclado con agua de lavado de fondo dio un tiempo de fraguado más corto y una fluidez más baja ya que el agua de lavado de fondo contiene algo de cemento residual. Como resultado ni el agua de lavado superior y medio ni el agua subterránea afectaron significativamente el asentamiento del mortero fresco. La resistencia a la compresión del hormigón mezclado con agua de lavado o agua subterránea es tan buena como la del agua del grifo. Por lo tanto, se sugiere que el agua subterránea se considere como agua de mezcla para el concreto y que el agua de lavado se recicle cuando los recursos de agua del grifo sean escasos. Sin embargo, se aconseja que antes de su uso se estudien otras propiedades como la durabilidad o la contracción.



(Galvan y Guzman, 2020) En su investigación de tesis denominado “influencia de la calidad del agua subterránea en la resistencia a la compresión de morteros hidráulicos” Medellín - Colombia, esta investigación es de carácter experimental cuyo objetivo es determinar la influencia que ejerce el agua subterránea en la resistencia a compresión del concreto en la localidad de Sabanalarga atlántico Medellín Colombia, para demostrar los objetivos en la investigación realizaron cubos de concreto elaborados con agua subterránea y cubos de concreto elaborados con agua potable para luego someterlos a ensayos de compresión de concreto de acuerdo a la normativa Colombiana NTC 3459; los resultados que se obtuvieron se expresan en la tabla 2 y el diagrama resumen figura 2.

Tabla 2: Resumen de resistencias de concreto obtenidas.

Cubos de agua potable					Cubos de agua subterránea				
Edad (días)	Resistencia (PSI)	Promedio (PSI)	Desviación estándar	CV	Resistencia (PSI)	Promedio (PSI)	Desviación estándar	CV	% Resistencia
1	472.88	670.16	152.98	23	509.87	606.51	178.81	29	90.50
	645.83				488.87				
	927.76				959.75				
	593.85				587.85				
	642.83				499.87				
	737.81				592.85				
3	1583.40	1423.90	254.83	18	1423.90	1400.22	130.03	9	98.38
	1798.00				1381.85				
	1529.75				1287.60				
	1249.90				1387.65				
	1260.05				1638.50				
	1122.30				1281.80				
7	1360.10	1928.50	335.53	17	2056.10	1861.08	320.05	17	96.5
	2260.55				1249.90				
	2234.45				1914.00				
	1879.20				2141.65				
	1789.30				1813.95				
	2047.40				1990.85				
28	3045.00	2720.20	468.65	17	2682.50	2548.38	237.53	9	93.68
	2270.70				2212.70				
	2260.55				2312.75				
	3414.75				2799.95				
	2878.25				2553.45				
	2451.95				2728.90				

Fuente: (Galvan y Guzman, 2020)

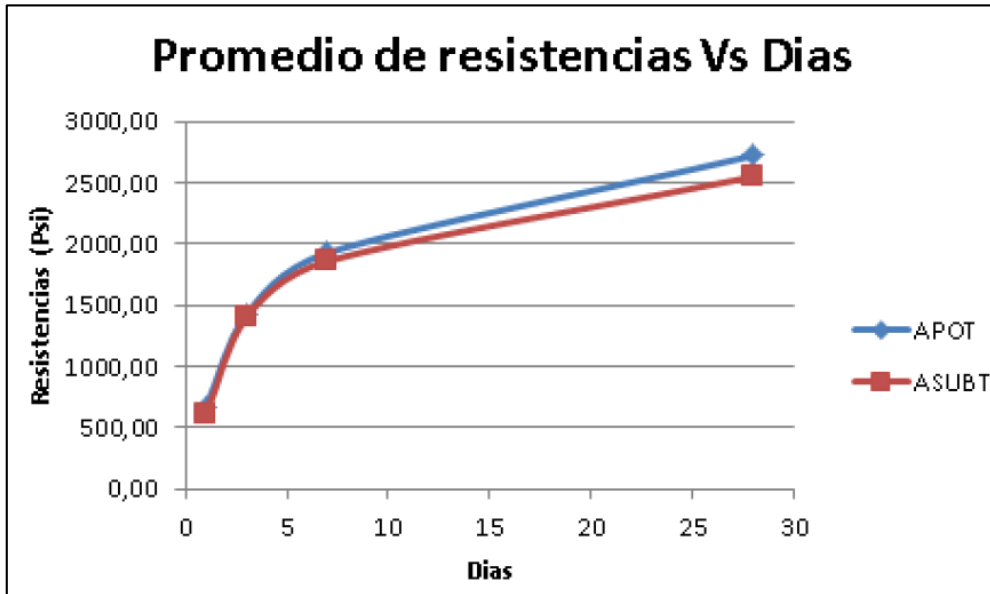


Figura 2. Resistencia promedio de concreto vs días de maduración.  
Fuente: (Galvan y Guzman, 2020)

(Orozco y Palacio, 2015). En su trabajo de tesis denominado “Influencia de las características del agua subterránea en la resistencia de las unidades de mampostería de concreto con perforaciones verticales de fabricación artesanal. Caso de estudio: Villanueva, bolívar” Colombia, cuya finalidad del estudio era el de decir si las propiedades del agua subterránea de extraído de Villanueva en el departamento de Bolívar es determinante en la resistencia del concreto, para este estudio de método experimental los investigadores realizaron toma de muestras de agua subterránea del municipio de Villanueva Bolívar, para luego proceder a verificar sus características, después proceder con la fabricación de bloques de concreto artesanal y posteriormente someterlos a estudios, en la tabla 3 se muestra el resumen de los resultados del estudio en mención.

Tabla 3. Resumen de resistencias a compresión obtenidas.

ENSAYO A DIFERENTES EDADES, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)								
Edad (Días)	ARENA DE RIO				ARENA DE CANTERA			
	ARGOS		HOLCIM		ARGOS		HOLCIM	
	potable	Subterránea	potable	Subterránea	potable	subterránea	Potable	Subterránea
7	1.92	1.70	1.82	1.55	1.90	1.69	1.93	1.61
14	2.72	2.41	2.59	2.20	2.69	2.39	2.72	2.29
28	3.19	2.83	3.04	2.57	3.16	2.82	3.21	2.69

Fuente: (Orozco y Palacio, 2015).

(Al-Jabri, et al, 2011). En su artículo denominado “Effect of using Wastewater on the Properties of High Strength Concrete” Oman Asia, cuyo objetivo fue el de investigar el uso de aguas residuales en el concreto y cuál es el efecto que causa en la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia, esta investigación es de carácter experimental para lo cual los autores realizaron el análisis químico del agua residual, análisis químico del agua potable para realizar una comparación en resistencias del concreto elaboradas con diferentes clases de aguas. Los resultados finales de estos artículos fueron que el concreto producido con agua residual era igual de comparable con el concreto patrón que era realizado con agua potable de grifo que el hormigón o concreto no se ve perjudicado.

### **Antecedentes nacionales**

(Cruzado y Li, 2015) En su investigación de tesis denominado: “Análisis comparativo de la resistencia de un concreto convencional teniendo como variable el agua utilizada en el mezclado” Trujillo, cuya finalidad del estudio fue comparar resistencias obtenidas con la elaboración de concreto con diferentes tipos de agua (potable, subterránea y de río) a los 7,14 y 28 días , esta investigación es de carácter experimental para lo cual utilizaron cemento Pacasmayo extraforte y agregados de cantera Gelacho Laredo, posteriormente se elaboraron testigos de concreto de resistencia  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con diferentes tipos de agua para el mezclado y por último se realizaron ensayo de compresión del concreto para ver si existe una variación en la resistencia. En los resultados se indican que los testigos o briquetas elaborados con agua potable obtuvieron una resistencia promedio  $226 \text{ kg/cm}^2$  como se muestra en la tabla 4, la resistencia promedio obtenida de los testigos de concreto elaborado con agua de río Moche fue  $186 \text{ kg/cm}^2$  como se muestra en la tabla 5 y los testigos de concreto elaborado con agua subterránea demostraron mayor resistencia promedio  $238 \text{ kg/cm}^2$  como se muestra en la tabla 6.

Tabla 4. *Resumen de resistencias de concreto obtenidas con agua potable.*

Edad (días)	Muestra	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )								Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
			Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3	Muestra #4	Muestra #5	Muestra #6	Muestra #7	Muestra #8	
7	agua potable	126	114.04	112.10	125.30	118.20	105.23	109.34	105.45	112.63	112.79
14	agua potable	168	170.23	166.23	155.09	145.32	142.32	165.18	156.24	163.00	157.95
28	agua potable	210	232.20	225.30	227.44	223.40	228.23	224.23	224.65	223.45	226.49

Fuente: (Cruzado y Li, 2015)

Tabla 5. *Resumen de resistencias de concreto obtenidas con agua de río.*

Edad (días)	Muestra	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )								Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
			Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3	Muestra #4	Muestra #5	Muestra #6	Muestra #7	Muestra #8	
7	agua río Moche	126	122.40	120.45	118.54	113.45	114.34	109.20	116.25	107.68	115.29
14	agua río Moche	168	155.30	150.54	155.32	159.23	134.24	142.23	133.56	157.25	148.46
28	agua río Moche	210	184.45	196.40	179.87	188.10	177.23	190.23	189.54	184.25	186.26

Fuente: (Cruzado y Li, 2015)

Tabla 6. *Resumen de resistencias obtenidas con agua subterránea.*

Edad (días)	Muestra	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )								Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
			Muestra #1	Muestra #2	Muestra #3	Muestra #4	Muestra #5	Muestra #6	Muestra #7	Muestra #8	
7	agua río subterránea	126	122.90	115.78	133.45	129.90	113.45	123.43	125.00	119.14	122.88
14	agua río subterránea	168	160.40	178.73	165.49	158.78	154.23	169.34	156.15	175.54	164.83
28	agua río subterránea	210	246.43	239.34	231.45	235.20	236.76	239.85	236.65	238.42	238.01

Fuente: (Cruzado y Li, 2015)

(Castillo, 2019) En su trabajo de tesis denominado “efecto del agua de mezclado proveniente del sub suelo (nivel freático) y mar en la resistencia a la compresión del concreto” Trujillo, cuya finalidad de su estudio fue determinar si el agua de mezclado que se obtuvo del sub suelo (subterránea) y agua de mar tiene algún tipo de efecto en la resistencia a compresión del concreto, esta investigación es experimental para este efecto el procedimiento que realizó en su trabajo fue el de fabricar tres tipos o grupos de especímenes de concreto, el primer grupo con agua potable, el segundo con agua de mar y el tercero con agua subterránea, se usó

cemento tipo I y agregado de la cantera el milagro. Para el agua el investigador aplico estudios químicos al agua que se utilizara para el mezclado, la resistencia del concreto es de 210 kg/cm<sup>2</sup> y los cilindros fueron de 10x20”, por ultimo sometieron a los especímenes al ensayo de compresión del concreto. Los resultados obtenidos por este estudio fueron como se muestra en la tabla 7 que el concreto elaborado con agua potable a los 28 días obtuvieron 229.05 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto elaborado con agua subterránea a los 28 días alcanzo 197.25 kg/cm<sup>2</sup> y el concreto elaborado con agua de mar obtuvo una resistencia a los 28 días de 179 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 7. *Resumen de resistencias de concreto obtenidas con diferentes tipos de agua.*

agua de mezclado	Edad de Resistencia (Días)	REPETICIONES				Promedio	(Pmáx) (Kg)	Tipo de falla
		I	II	III	IV			
agua potable	7	143.00	140.00	148.00	139.00	142.50	233.00	fallas tipo corte
	14	169.00	154.00	165.00	155.00	160.75		
	21	190.00	188.00	187.00	180.00	186.25		
	28	230.00	233.00	225.00	230.00	229.50		
	Xi.k	732.00	715.00	725.00	704.00			
agua de mar	7	154.00	148.00	159.00	140.00	150.25	190.00	fallas tipo columnar
	14	187.00	165.00	155.00	143.00	162.50		
	21	187.00	180.00	149.00	171.00	171.75		
	28	171.00	172.00	183.00	190.00	179.00		
	Xi.k	699.00	665.00	646.00	644.00			
agua de sub suelo	7	165.00	132.00	155.00	175.00	156.75	220.00	fallas tipo mixtas
	14	188.00	165.00	197.00	140.00	172.50		
	21	197.00	188.00	193.00	163.00	185.25		
	28	207.00	168.00	186.00	220.00	195.25		

Fuente: (Castillo, 2019)

(Tello y Tello, 2018) En su trabajo de investigación de tesis denominado “Influencia del uso de agua del pozo irhs-42 del balneario los palos en la resistencia a la compresión del concreto utilizado en el distrito de la Yarada – los palos de la provincia de Tacna” Tacna cuya finalidad de estudio es determinar si el uso del agua del pozo irsh-42 es determinante en la resistencia a compresión del concreto para cuya investigación experimental realizaron el análisis químico del agua de pozo, realizaron 15 muestras cilíndricas de 3 tipos de muestras las muestras que realizaron fueron con agua de pozo y agua potable, los resultados que obtuvieron en esta investigación fueron que las muestras realizadas con agua de pozo fueron

inferiores a un 8.30% con respecto a las muestras creadas con agua potable como se muestra en la figura 3 extraída del trabajo de investigación.

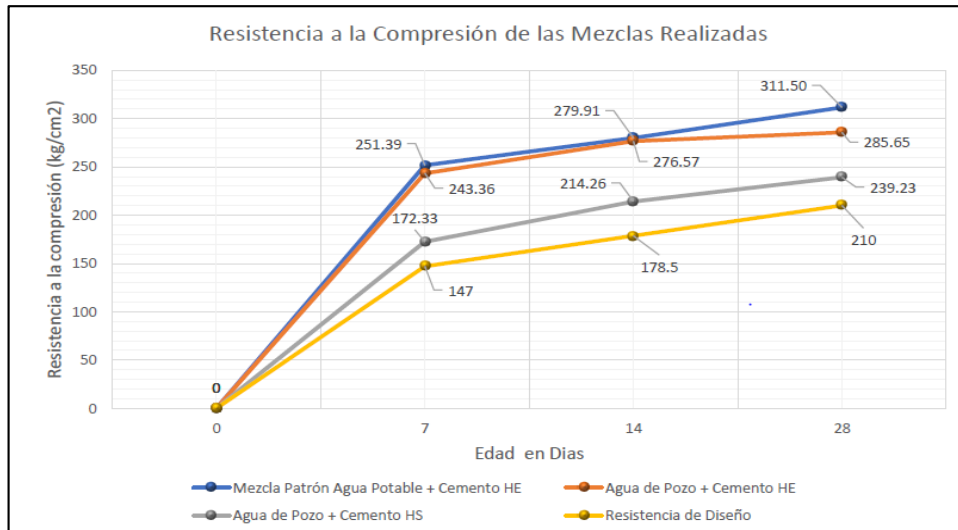
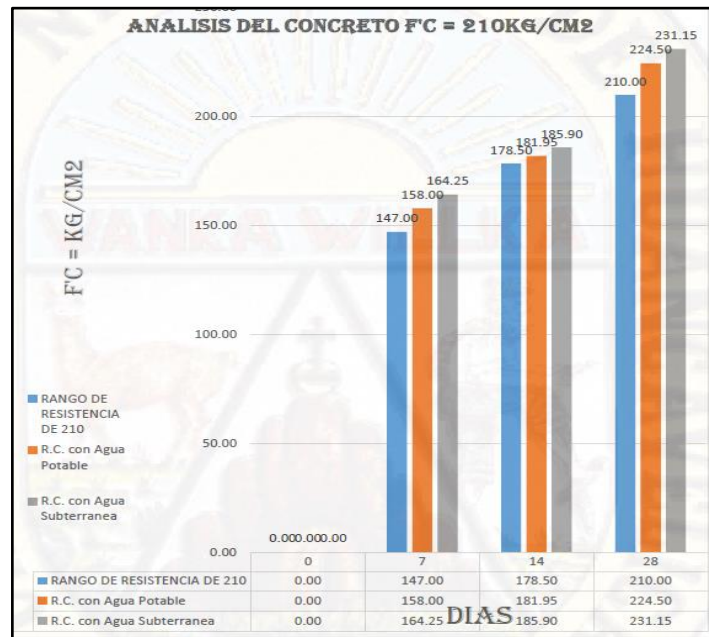


Figura 3. Resistencia a compresión promedio de concreto.  
Fuente: (Tello y Tello, 2018)

(Ccanto y Mallcco, 2019). En su trabajo de tesis denominado “Análisis comparativo de la resistencia de un concreto convencional  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando el agua subterránea en el mezclado en el distrito de Acobamba – Huancavelica – 2018” Huancavelica este trabajo tiene como objetivo el de determinar resistencias de compresión  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 7,14 y 28 días de maduración de concreto elaborado con agua potable y agua subterránea del distrito de Acobamba, para desarrollar este objetivo de esta investigación de carácter experimental los investigadores un diseño de mezclas con agregado de la cantera de río Urubamba, elaboraron las muestras de concreto indicadas en su diseño de mezclas y llegaron a la conclusión de que las muestras fabricadas con agua subterránea alcanzaron una mayor resistencia a compresión en comparación a las muestras fabricadas con agua potable, como se observa en la figura 4 tomada del trabajo de investigación.



*Figura 4.* Resistencia promedio del concreto.  
Fuente: (Ccanto y Mallcco, 2019)

(Diaz et al, 2014) Trujillo, en su artículo de la revista electrónica de la facultad de ingeniería que se titula “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”, cuyo objetivo era el de ver si el agua potable, río y mar tiene alguna influencia en la resistencia a compresión del concreto, esta investigación tiene método experimental para lo cual realizaron diferentes muestras de concreto para someterlos al ensayo a resistencia a la compresión a los 7 14 y 28 días cuyas conclusiones se determinaron que a los 28 días el concreto elaborado con agua potable y agua de mar demostraron llegar a una mayor resistencia en comparación al concreto elaborado con agua de río.

## Teorías relacionadas al tema

### El agua subterránea

Se llama agua subterránea al recurso hídrico que proviene de las lluvias que fluye principalmente por acción del sol, este recurso se infiltra por la permeabilidad de la corteza terrestre que finalmente terminan formando de acuerdo al ciclo hidrológico manantiales y ríos como también pueden desbordar en pozos subterráneos, este recurso hídrico llamado agua subterránea contiene minerales disueltos a

consecuencia de la interacción con las rocas del suelo en el proceso de infiltración es un recurso renovable, este tipo de agua es utilizada en diferentes actividades como la industria ganadería y agricultura (Lachassagne, 2021 pág. 8).



*Figura 5.* Pozo de agua subterránea.  
Fuente: buscaragua.com

#### **a) Características**

Los factores y procesos que influyen en la transformación de la calidad del agua subterránea pueden ser intrínsecos o extrínsecos al acuífero. El agua subterránea generalmente concentra sustancias disueltas a medida que el líquido se infiltra y aumenta su trayecto en los acuíferos. Otros factores que afectan en la composición del agua son el clima, tiempo de contacto del agua con el medio físico, etc., así como también contaminación ocasionada por el hombre (Collazo y Montaña, 2012).

#### **b) Usos**

El agua subterránea se utiliza principalmente como abastecimiento doméstico, así como también usos industriales y de riego. En el mundo el 50% de agua subterránea es para el consumo humano, el 20% para riego y el 30% para las industrias. A partir del conocimiento de la composición del agua, es decir la identificación de las sustancias presentes en ella, se da la utilización del agua en casos concretos (Velez et al, 2011 pág. 30).



### **c) Composición**

La composición del agua subterránea depende de diversos componentes como el tipo y característica de roca, composición del agua que se infiltra y de procesos microbiológicos del suelo. En el proceso en el que el agua de las precipitaciones pluviales se infiltra y pasa a través del suelo y la roca, hay disolución de los materiales con el agua subterránea, cambiando su composición (Velez et al, 2011 pág. 27).

## **Análisis físico para caracterización del agua**

### **a) Turbidez**

Cuando se habla de la turbidez nos referimos a la medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia, cuan clara o saturada de sólidos disueltos está el agua. Es decir que mayor grado de sólidos disueltos en suspensión en el agua, mayor será la turbidez (Velez et al, 2011 pág. 29).

### **b) Temperatura**

La temperatura del agua subterránea varía de acuerdo a la temperatura de aire que hay en la superficie de la tierra y afecta a la solubilidad de diferentes sales de agua, por lo que cumple un papel importante en la composición del agua y en el cambio de concentración de sustancias. (Velez et al, 2011 pág. 28)

### **c) Color**

El color del agua es debido a la presencia de hierro y magnesio coloidal, el contacto del agua con desechos orgánicos, en diferentes estados de descomposición altera el color del agua. El color aparente se determina sobre la muestra original, sin filtración o centrifugación previa. (Romero, 2009 pág. 109)

### **d) Conductividad**

Según (Romero, 2009) afirma. La conductividad del agua es la habilidad de una solución para dejar de pasar corriente eléctrica, se incrementa con la temperatura y con el contenido de iones disueltos. En la tabla 8 se puede observar la conductividad de varios tipos de agua. (pág. 114)

Tabla 8. Valores de conductividad para tipos de agua.

Tipo de agua	Conductividad (µmho/cm)
Agua pura	0,055
Agua destilada	0,5-5
Agua de lluvia	5-30
Agua subterránea	30-2000
Salmuera	>100.000

Fuente: (Romero, 2009)

## Análisis químico para caracterización del agua

### a) Alcalinidad

La alcalinidad no es lo mismo que el pH, es la concentración de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos presentes en el agua conocidos como álcali, son los encargados de tomar y recibir los iones de hidrogeno presentes en el agua y se mide en partes por millón (ppm), tiene la capacidad para soportar o neutralizar la adición de sustancias acidas. (Romero, 2009 pág. 119).

### b) Dureza

Se denomina dureza del agua aquellas que tienen elevadas concentraciones de minerales, en particular sales de magnesio y calcio, por lo cual se requiere cantidades de jabón para generar espuma. (Romero, 2009 pág. 130).

En términos de dureza, las aguas pueden clasificarse así como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Escala de dureza.

Blanda (mg/l)	Moderadamente blanda (mg/l)	Dura (mg/l)	Muy dura (mg/l)
0-75	75-150	150-300	<300

Fuente: (Romero, 2009)

### c) Acidez

La acidez es la capacidad que tiene el agua para neutralizar la adición de sustancias básicas, es un mecanismo de defensa que tiene el agua para evitar cambios bruscos de pH (Romero, 2009 pág. 123).

A este proceso también se le conoce como acidificación este mide la dosis de iones de hidrogeno que contiene un fin determinada como se muestra en la escala de acidez de la figura 6.

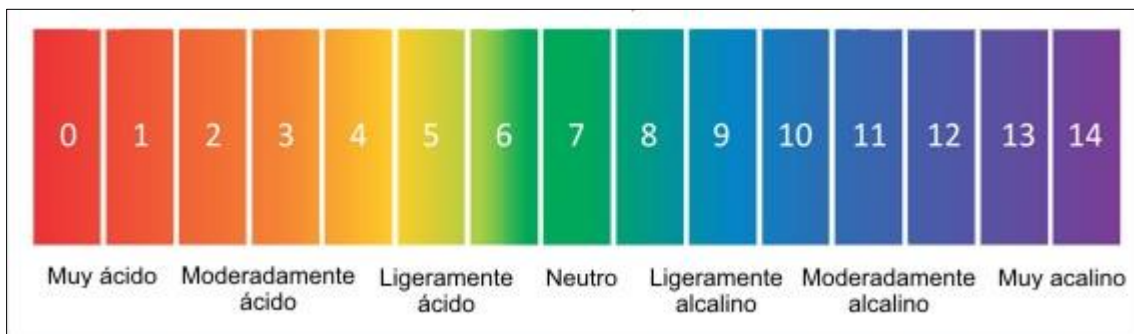


Figura 6. Escala de acidez.  
Fuente: Carbotecnia 2014

### d) Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua, y esta varía de acuerdo a la temperatura en la que se encuentra, a menor temperatura mayor es la concentración de OD y a elevada temperatura menor es la concentración de OD. (Romero, 2009). Como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Niveles de oxígeno disuelto

OD (mg/l)	Condición	Consecuencias
0	Anoxia	Muerte de microorganismos
0 - 5	Hipoxia	Eliminación de microorganismos y muerte de microorganismos sensibles
5 - 8	Aceptable	OD adecuado para la vida ( peces y organismos acuáticos)
8 - 12	Buena	OD adecuado para la vida (peces y organismos acuáticos)
12	Sobresaturada	Es un sistema que está en plena producción fotosintética

Fuente: (Romero, 2009)

## **El agua potable**

El agua potable, recurso hídrico también conocido como agua de grifo o agua de la red de conexiones del sistema de agua de las ciudades es utilizado con fines de alimentación, fines sanitarios como duchas, lavamanos e inodoros y normalmente es tratada para el consumo humano (Keyashian, 2014 pág. 363).



*Figura 7.* Grifo de agua potable.  
Fuente: ororadio.com

## **Concreto estructural**

Según el reglamento nacional de edificaciones (RNE) en la norma E.060 define al concreto estructural como estructural a aquellos concretos que cumplen funciones estructurales (Ministerio, 2009 pág. 25).

El concreto estructural es aquel concreto que demuestra gran resistencia a la compresión y durabilidad que llega mínimo al 70% de su resistencia a los tres días, este concreto es ideal para el vaciado elementos estructurales como zapatas, columnas, vigas y losas (Arcosa, 2016).

## **Componentes del concreto estructural**

### **a) El cemento portland**

El cemento portland proviene de la cocción final del clinker que contiene cal, alúmina, fierro y sílice que está calcinado a altas temperaturas, este es un cemento altamente comercial, el cemento portland combinado con el agua reacciona lentamente para formar una apasta endurecida. (Abanto, 2009 pág. 9).



Figura 8. Cemento portland  
Fuente: civilgeeks

### Tipos de cemento portland

Según norma NTP 334.009, los tipos de cemento por su clasificación y uso son los siguientes, especificados en la tabla 11.

Tabla 11. Clasificación de cemento portland.

CLASIFICACION DE CEMENTO PORTLAND - NTP 334.009	
TIPOS	USO
Tipo I	Para uso general.
Tipo II	Moderada resistencia a sulfatos o calor de hidratación.
Tipo III	Altas resistencias al iniciar.
Tipo IV	Bajo producción de calor de hidratación.
Tipo V	Alta resistencia producida a los sulfatos.

Fuente: (NTP 334.009).

### b) Agua

El agua o recurso hídrico tiene dos funciones al momento de la mezcla de concreto la hidratación y la manejabilidad, un porcentaje de esta agua funciona para hidratar el cemento y el otro porcentaje se terminara evaporando dejando en la mezcla vacíos que conllevan a bajar la resistencia del concreto, el agua que se necesita para hidratar el cemento varía entre el 25 o 30% de la masa total de la mezcla (Rivera, 2015 pág. 77).

## Requisitos de calidad del agua en la mezcla

Según la norma peruana (NTP, 339.088), el agua empleada en la elaboración del concreto debe cumplir con los siguientes límites máximos permisibles descritos en la tabla 12.

Tabla 12. Requisito de la calidad del agua.

DESCRIPCIÓN	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES		
Sólidos en suspensión	5000	ppm	Máximo
Materia orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	600	ppm	Máximo
Sulfatos (ion SO <sub>4</sub> )	3000	ppm	Máximo
Cloruros (ion Cl <sup>-</sup> )	1000	ppm	Máximo
pH	5 a 8	ppm	Máximo

Fuente: (NTP, 339.088)

### c) Agregado fino

Es el agregado que pasa la malla estandarizada 3/8" y queda totalmente retenida en la malla N°200, el más común considerado como agregado fino es la arena que es fruto de la descomposición de las rocas (Torre, 2014 pág. 44).

#### Granulometría

La granulometría se determina o se mide por el tamaño de las partículas y su distribución se mide por una serie de mallas estandarizadas, las cuales son: N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100 (Abanto, 2009 pág. 24).

### d) Agregado grueso

Es aquel material que es el resultado de la consecuencia de la desintegración de las rocas que queda retenido por el tamiz N°4 y se pueden clasificar en grava y piedra chancada (Torre, 2014 pág. 44).

#### Requisitos de uso

- El agregado grueso debe de ser preferentemente de textura rugosa de forma angular o semi-angular, dura y compacta.

- Debe de estar limpio y libre de impurezas como el limo, arcillas, grasas, sales, etc.
- Las sustancias dañinas no deben de exceder en 5% las partículas deleznable, 1% de material más fino que la malla N°200 y 0.5% de carbón y lignito (Abanto, 2009 pág. 28).

### e) Aditivos

Los aditivos viene a ser un conjunto de productos químicos que causan en el concreto el desarrollo de la resistencia, estos aditivos pueden ser de carácter retardantes que causan un mayor tiempo de fraguado, acelerantes que causan un mayor desarrollo de la resistencia del concreto el más comercial es el cloruro de calcio, estos aditivos químicos se vierten en el agua de la mezcla (Rivera, 2015 pág. 151).

Existen una serie de tipos de aditivos que se clasifican en la siguiente tabla 13.

Tabla 13. *Clasificación de aditivos según (Abanto, 2009).*

ADITIVOS	USOS
Plastificante	Mejora la consistencia y reduce el agua.
Retardador	Más tiempo de fraguado y mayor resistencia inicial.
Acelerador	Menor tiempo y resistencia inicial del concreto.
Plastificante y retardador	Reduce el agua y retarda el fraguado.
Plastificante y acelerador	Reduce el agua y acelera el fraguado.
Incorporadores de aire	Aumenta la resistencia del concreto.
Adhesivos	Mejora la adherencia del concreto con el refuerzo.
Impermeabilizantes	Protege de la corrosión.

Fuente: (abanto, 2009)

## Propiedades del concreto

### a) Trabajabilidad

La trabajabilidad es una propiedad del concreto nuevo para ser colocado sin mayor esfuerzo, teniendo una homogeneidad adecuada, con equipo de

mezclado en buen estado, sin que haya obstáculos en el transporte y una buena colocación de la mezcla (Rivva, 2000 pág. 205).



*Figura 9.* Slump (método para determinar trabajabilidad)  
Fuente: cotechno

## **b) Segregación**

En el artículo “método para cuantificar la segregación en hormigones autocompactantes”. La segregación ocurre cuando el agregado grueso, fino y la pasta de cemento llegan a separarse. Este fenómeno puede ser ocasionado en el mezclado, transporte, vaciado o vibrado del concreto. Son muchos los factores que intervienen en la segregación, la granulometría y la viscosidad tienen una gran influencia. La mayor viscosidad minimiza la segregación. La distribución del concreto es fundamental para obtener una buena resistencia y buena durabilidad. (Valcuende et al, 2014).



*Figura 10.* Segregación del concreto.  
Fuente: UMNG Colombia



### c) Exudación

La exudación ocurre cuando el agua de la mezcla de hormigón fresco tiende a elevarse hacia la superficie. Esta influencia es debido a la cuantía de agregado fino y la finura del concreto, por la que a más fina es el material, mayor es el % de material que pasa por la malla N° 100, por lo cual la exudación será menor ya que se retiene el agua de mezcla. (Rivva, 2000 pág. 211).



*Figura 11.* Exudación del concreto.  
Fuente: UMNG Colombia

### d) Resistencia

La resistencia del concreto, consiste en su capacidad de soportar una carga axial, esta no puede probarse en su estado fresco por lo que se procede a tomar muestras para la elaboración de testigos las cuales después del curado se someten a pruebas de compresión. (Carhuavilca et al, 2020 pág. 3)

### e) Durabilidad

El concreto durable es aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio en la cual está sometida. El concreto deberá de conservar sus propiedades cuando estén sometidas a condiciones climatológicas, biológicas, físicas, químicas y diferentes efectos de cargas (Rivva, 1992 pág. 38).

## **Diseño de mezcla**

En la elaboración del concreto, el diseño de mezcla selecciona y proporciona los materiales necesarios en cantidad (cemento, agregado grueso, agregado fino, agua y aditivos), se debe diseñar tanto para su estado fresco como para su estado resistente y así lograr principalmente una satisfactoria resistencia a compresión a una edad determinada. (Porrero et al, 2014 pág. 123).

## **Resistencia a compresión del concreto (NTP 339.034)**

La resistencia a compresión es la magnitud del concreto para resistir una carga de aplastamiento por unidad de área determinada, y se expresa en términos de esfuerzo ( $\text{kg/cm}^2$ ), se ve comúnmente en todos los materiales que se utilizan en la producción de estructuras. La resistencia a la compresión se mide mediante la elaboración de briquetas cilíndricas de concreto, y estas sometidas a una máquina de ensayos de compresión (Carhuavilca et al, 2020 pág. 3).

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### **Método de investigación**

El método de investigación que se presenta en este trabajo es el *método hipotético deductivo* que es un método que tiene una composición estructurada en la observación, creación de hipótesis, suposición de consecuencias y verificación (Hernandez S. et al, 2014).

##### **Tipo de investigación**

Según su finalidad: el tipo de investigación es *aplicada* debido a que este tipo de investigación conlleva iniciar la investigación a partir de conocimientos que obtenemos, para luego aplicarlo siguiendo una serie de pasos estratégicos con la finalidad de cumplir con el propósito de la investigación, que en nuestro caso es el de emplear los conocimientos científicos y tecnológicos para determinar si el uso del agua subterránea y potable determinan la resistencia al concreto (Hernandez S. et al, 2014 pág. 42).

##### **Nivel de investigación**

El nivel de investigación es *correlacional - explicativo*: la investigación de nivel correlacional - explicativo es una de las más estructuradas con relación a las demás que implican en su contenido (exploración, descripción y correlación) y se da un sentido de entendimiento a un fenómeno que se trata de explicar (Hernandez S. et al, 2014 pág. 96).

Esto nos conlleva a determinar que nuestra investigación es de nivel explicativo debido a se investigó sobre los efectos que producen el uso de agua subterránea y potable, para la elaboración y curado del concreto en la resistencia a compresión del concreto.

## **Diseño de investigación**

El diseño de investigación de esta tesis es experimental debido a que manipularemos el agua para la elaboración y curado del concreto, que se denomina variables independientes para luego observar su comportamiento en la resistencia a compresión de concreto denominado variable dependiente (Hernandez S. et al, 2014 pág. 129).

$$G_c(a): Y_1 \Rightarrow X \Rightarrow Y_2$$

$$G_e(a): Y_3 \Rightarrow X' \Rightarrow Y_4$$

Donde:

G<sub>c</sub>: grupo control

G<sub>e</sub>: grupo experimental

Y<sub>1</sub>, Y<sub>3</sub>: Diseño de mezclas

X: Agua potable

X': Agua subterránea

Y<sub>2</sub>, Y<sub>4</sub>: Concreto elaborado con diferentes tipos de agua.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

#### **Variables**

El estudio de esta investigación es de enfoque cuantitativo que plantea en forma inicial la recopilación de datos para luego analizarlos, con la cual se prueba si la hipótesis es verdadera por lo que es más confiable, esta investigación se basa en la medición numérica y uso de estadística. Los estudios cuantitativos presentan una o varias hipótesis para luego someterlas a pruebas para medir los conceptos en variables (Borja S., 2016 pág. 11).

Se denomina variable a una característica o propiedad de un objeto cuyo contenido puede variar como también puede ser medido y observado de manera directa e indirecta (Borja S., 2016 pág. 23).

## Operacionalización

La operacionalización de variables es la forma de medir las variables formuladas en la hipótesis y se puede descomponer en indicadores (Borja S., 2016 pág. 24). especificado en la tabla 14.

Tabla 14. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
V. INDEPENDIENTE PRINCIPAL Agua subterránea y Potable	El agua subterránea es un recurso hídrico sin tratamiento químico que proviene del sub suelo, mientras que el agua potable es un recurso hídrico con tratamiento químico apto para el consumo humano que se distribuye por medio de red de agua potable	Componente principal del concreto que produce contacto con el cemento para darle hidratación, junto con los agregados proporciona propiedades de fraguado y endurecimiento.	Volumen	l/m <sup>3</sup>
V. DEPENDIENTE PRINCIPAL Resistencia a la compresión del concreto	es la capacidad de soportar una determinada carga por unidad de área establecida	Para determinar la resistencia a compresión del concreto se usó dos tipos de muestras cilíndricas con dimensiones (15x30cm), de concreto la primera elaborada con agua subterránea y la segunda con agua potable.	Esfuerzo	kg/cm <sup>2</sup>
V. INDEPENDIENTE SECUNDARIA I Volumen pre calculado	Se define al volumen pre calculado a la proporción de volumen de agua que es el resultado del diseño de mezclas de concreto.	Para establecer el volumen pre calculado del agua se determinó después de realizar el diseño de mezcla con un determinado agregado obtenido de la cantera.	Volumen	l/m <sup>3</sup>
V. DEPENDIENTE SECUNDARIA I Resistencia a compresión	Es la capacidad de soportar una determinada carga por unidad de área establecida	Para determinar la resistencia a compresión del concreto se realizó muestras cilíndricas de concreto elaboradas y curadas con agua subterránea.	Esfuerzo	kg/cm <sup>2</sup>
V. INDEPENDIENTE SECUNDARIA II Volumen pre calculado	Se define al volumen pre calculado a la proporción de volumen de agua que es el resultado del diseño de mezclas de concreto.	Para determinar el volumen pre calculado del agua se determinó después de realizar el diseño de mezcla con un determinado agregado obtenido de la cantera	Volumen	l/m <sup>3</sup>
V. DEPENDIENTE SECUNDARIA II Resistencia a la compresión del concreto	Es la capacidad de soportar una determinada carga por unidad de área establecida	Para determinar la resistencia a compresión del concreto se realizó muestras cilíndricas de concreto elaboradas y curadas con agua potable.	Esfuerzo	kg/cm <sup>2</sup>
V. INDEPENDIENTE SECUNDARIA III Análisis químico	Se define al análisis químico del agua, al proceso de estudio para determinar sus propiedades químicas de la muestra de agua en laboratorio.	Para determinar el análisis químico del agua subterránea como potable se tomó una muestra representativa para luego llevarla al laboratorio para realizar su respectivo análisis químico.	Características.	ppm
V. DEPENDIENTE SECUNDARIA III Información técnica	Es la normativa peruana la cual determina los niveles máximos permitidos para el uso del agua en el concreto.	Para determinar la información técnica se tomó la NTP 339.088 que determina los límites máximos permisibles del agua para el uso en la elaboración del concreto.	Norma técnica	Parámetros

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Según (Hernandez S. et al, 2014 pág. 239). La población está referida al conjunto de unidades de estudio a través de la cual se obtiene las unidades de estudio que cumplen los criterios de selección para poder realizar un trabajo de investigación.

El presente trabajo de investigación tuvo como población las aguas subterráneas y agua potable de la ciudad de Juliaca las cuales servirán para la elaboración de probetas de concreto (unidades experimentales) con sus respectivos cantidad de agua para el mezclado y curado obtenidos de distintas procedencias (agua subterránea y agua potable) de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román región de Puno.

#### **Muestra**

La muestra representa un fragmento, una parte o un subconjunto de la población cuya característica más importante es la representatividad a la población (Chavez, 2004 pág. 176).

Como muestra del presente trabajo de investigación se tomó el agua subterránea de la urbanización Néstor Cáceres Velázquez y agua potable del barrio San Francisco I atapa de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno, y con la cual se procederá a realizar los estudios de las propiedades químicas.

Para el presente estudio se creó probetas de concreto elaboradas con agua potable y agua subterránea de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román región de Puno rotuladas a los 7,14 y 28 días como se explica en la figura 12.

## Muestreo

La designación de muestreo para este proyecto es de tipo no probabilístico por conveniencia mediante la técnica de muestreo aleatorio simple; según (Hernandez S. et al, 2014) quienes señalan:

En las muestras denominadas no probabilísticas, la designación de los muestras no obedece a la probabilidad, esta dependerá de las características de la investigación o de quien hace la prueba. El procedimiento en el cual selecciona de manera totalmente arbitraria a los sujetos informantes (pág.176).

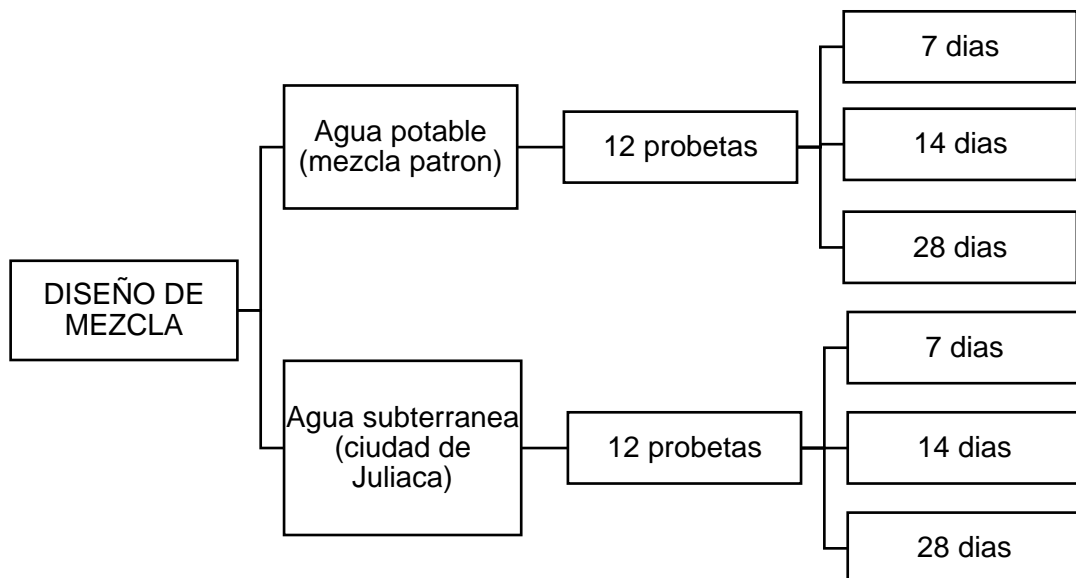


Figura 12. Diagrama de muestra

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Procedimiento por medio del cual obtenemos la información del sujeto o del elemento a estudiar, en lo cual los instrumentos que se utilizara son los recursos, dispositivo y formato donde se anotara los datos recolectados de los elementos que se estudiara (Hernandez S. et al, 2014 pág. 274).

## **Técnicas**

Las técnicas para la obtención de datos serán:

### **Obtención de información directa**

En esta investigación se realizó mediante observación directa como técnica, con recopilación de datos se determinó el origen de los agregados que será la cantera Unocolla ubicado en la provincia de San Román, el agua para el mezclado y curado del concreto cuya origen es subterránea y potable de la ciudad de Juliaca.

### **Obtención de información indirecta**

Con la ayuda de la técnica de información directa recopilamos información que nos brindó el laboratorio, para cuya interpretación y análisis de resultados usamos manuales, libros, normas nacionales y otras fuentes para así alcanzar una credibilidad esperada.

## **Instrumentos**

Los instrumentos a utilizar en estas técnicas de investigación fueron:

- Fichas de registro de datos (se obtuvieron como resultado de ensayos de laboratorio)
- Equipos calibrados (durante la creación de concreto y en ensayo de compresión de concreto)
- Hojas de automatización digital (para el analisis de datos)
- Normas técnicas para la elaboración de ensayos.

## **Validez y confiabilidad del instrumento**

### **Validez**

Para una correcta validación de instrumentos de recolección de datos se realizó un cuestionario de acuerdo a la escala en la escala de Likert de 10 preguntas donde se tuvo el respaldo de 4 ingenieros civiles colegiados, tratando de alcanzar una alta y correcta confiabilidad ver anexo 3.



Correctamente al confiabilidad de los instrumentos se validó de acuerdo al método alfa Crombach ( $\alpha$ ), que es una formula viabilizar el instrumento en cual la respuesta a ítem tiene más de dos valores, como la escala tipo Likert, el método alfa Crombach expresa consistencia a partir de la covariacion de los ítem de cuestionarios, de tal manera que el resultado obtenido es mayor la covariacion mayor es la puntuación alfa (Rodriguez y Reguant, 2020).

En la siguiente tabla 15 esta detallado el cálculo de confiabilidad de investigación.

Tabla 15. Cuadro de cálculo de alfa de crombach.

OBJETOS	ITEMS										SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	36
2	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	35
3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	42
4	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	36
VARIANZA	0.25	0.19	0.19	0.19	0.5	0	0.25	0.19	0.25	0.19	
$\Sigma$ VARIANZAS	2.1875										
VARIANZA $\Sigma$ ITEMS	7.6875										

$$\alpha = \frac{k}{k + 1} * \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Donde:

$\alpha$ = coeficiente de confiabilidad

k= cantidad de ítems del cuestionario

$\sum S_i^2$  = suma total de varianzas de los ítems

$S_t^2$  = varianza total del instrumento

- Operando la formula obtuvimos:

K = 10

$\sum S_i^2 = 2.1875$

$S_t^2 = 7.6875$

$\alpha = 0.7949$

Con los resultados se obtuvo una confiabilidad del 79.49% que se usó para esta investigación. Comparando el resultado con la tabla 16 tenemos una confiabilidad excelente de acuerdo al coeficiente Crombach.

Tabla 16. Cuadro de confiabilidad alfa de Crombach.

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

### 3.5. Procedimientos

#### Trabajos de campo

#### Procedencia de agregados

Las muestras para el agregado fino y agregado grueso fueron extraídas de la cantera Unocolla como se visualiza en la figura 13 y 14, ubicado en la provincia de San Román región de Puno.



Figura 13. Ubicación de cantera Unocolla  
Fuente: Google Maps

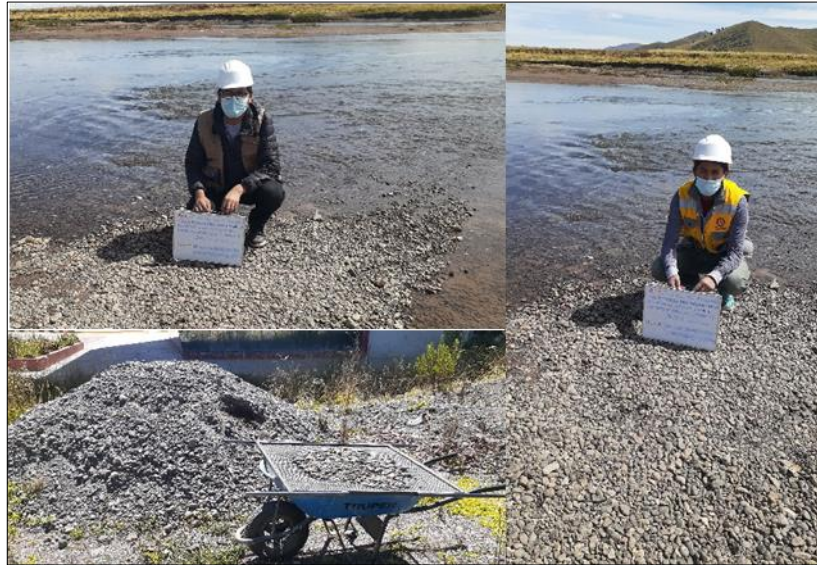


Figura 14. Cantera Unocolla

### Procedencia de agua para el mezclado y curado

El agua que se empleó para la elaboración y curado del concreto se obtuvo de:

- Agua potable de la red pública de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Juliaca las muestras se observan en la figura 15.
- Agua subterránea obtenida de pozos en la urbanización Néstor Cáceres Velásquez de la ciudad de Juliaca la muestra se observa en la figura 16.



Figura 15. Agua potable para la elaboración de probetas de concreto.



Figura 16. Agua subterránea para la creación de probetas de concreto.

## Trabajos de laboratorio

### Ensayos de laboratorio a agregados

Posterior a extraer los materiales para el estudio se realizó la correcta caracterización de agregados según normas técnica peruana como se describe en la tabla 17, que se tendrá en cuenta para el diseño de mezcla que son:

Tabla 17. Caracterización física de agregados.

Características de físicas de los agregados fino y grueso	
Ensayo	Norma
Porcentaje de humedad	MTC E 108 - 2016
Pesos unitarios (máximos y mínimos)	MTC E 203 – 2016
Peso específico	MTC E 206 – 2016
Granulometría por tamizado	ASTM C 33
Módulo de fineza	NTP 400.012

## Contenido de Humedad. MTC E 108 – 2016

### Materiales y equipos

- Horno eléctrico o estufa de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Balanza, con aproximación al 0.1 gramos
- Charola o tara de aluminio.
- Cucharon o espátula de tamaño apropiado para la muestra
- Brocha
- Tamiz N°4

### Procedimiento

- Se anotó el peso de la tara.
- Se procedió a sacar de la muestra representativa un espécimen de 150gr. aproximadamente y para luego colocarla en una tara.
- Se pasa a registrar el peso húmedo de la muestra + el peso de la tara.
- Se puso las muestras al horno eléctrico durante un tiempo de 24 horas como se muestra en la figura 17.



Figura 17: Ensayo de contenido de humedad, muestra puesta al horno.

- Finalmente registro el peso seco de la muestra + peso de la tara.

## Cálculos

Los cálculos se precedieron con la siguiente formula.

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

W% = Porcentaje de humedad.

Ww = Peso del agua.

Ws = Peso de la muestra seca.

## **Pesos Unitarios (máximos y mínimos). MTC E 203 – 2016.**

### Materiales y equipos

- Cucharón
- Recipiente de volumen conocido
- Regla
- Balanza

### Procedimiento

- Se seleccionó la muestra por cuarteo.
- Para los pesos unitarios se usó un molde de dimensiones y peso conocidos, para desarrollarlo se usó un molde que pesa 5925gr, diámetro de 15.12cm, altura 11.59cm para agregado fino y 6650gr, diámetro 15.21cm, altura 17.82cm para agregado grueso, este ensayo tiene dos partes se tiene que hacer insertando muestra suelta y muestra compactada
- Para insertar la muestra suelta al molde se tendrá que tener cierto cuidado para que la muestra no se compacte ya sea mediante caída libre a una altura no mayor a 5cm ver figura18.





Figura 18: Ensayo de pesos unitarios, caída de la muestra al molde.

- Se siguió con llenar el molde luego enrasar la muestra una sola vez y con sumo cuidado.
- Pesarlo en una balanza y registrar pesos con aproximación de 50 gr como se muestra en la figura 19.



Figura 19: Ensayo de peso unitario (registro de pesos).

- Todo este procedimiento se realizó hasta 3 veces.

### **Peso unitario compactado.**

- De igual manera como se muestra en la figura 20 con la muestra compactada, se harán en 3 capas de igual altura compactadas con una varilla de punta de bala a caída libre de maso menos 10cm de altura 25 veces por capa.



Figura 20: Ensayo de peso unitario (compactación de la muestra)

- Se llenó el molde y se procedió a enrasar ver figura 21.



Figura 21: Ensayo de pesos unitarios (enrasamiento de muestra).

- Pesarlo en una balanza y registrar pesos con aproximación de 50 g.
- También se realizó este procedimiento hasta obtener 3 pesos.

### Cálculos

El cálculo de peso unitario suelto o compactado es el siguiente:

$$P.V.S.S. = \frac{Wm}{Vr}$$



Donde:

$W_m$  = Peso del material (kg)

$W_{rm}$  = (Peso del recipiente + material) – (Peso del recipiente)

$V_r$  = Volumen del recipiente ( $m^3$ )

$W_r$  = Peso del recipiente

### **Peso Específico (picnómetro) MTC E 206 – 2016.**

Materiales y equipos

- Picnómetro
- Balanza con aproximación al 0.1 g.
- Cono truncado
- Pisón
- Bandejas
- Horno
- Pipeta
- Franela
- Espátula
- Arena saturada superficialmente seca

Procedimiento para el agregado fino

- Se tendrá que hacer este ensayo para el agregado grueso y agregado fino.
- Se seleccionó la muestra por cuarteo una cantidad de 1.5 kg aproximadamente.
- Cubrir la muestra y dejar saturado por 24 horas.
- Una vez saturada la muestra se colocó en una superficie limpia y seca.
- Se removió el agregado frecuentemente de un lugar a otro, aseguremos un seco uniforme, y se logre el estado superficialmente seco como se observa en la figura 22.



Figura 22: Ensayo peso específico (secado de la muestra).

- Una vez que la muestra llegue a la condición de saturado superficialmente seca (SSS), se observa en la figura 23, se procedió a introducir la arena dentro del cono truncado y dejar caer el apisonador 25 veces de manera distribuida y uniforme .



Figura 23: Ensayo de peso específico (apisonamiento con el cono truncado)

- Se levantó el cono verticalmente se enraso y se retiró el cono sin realizar movimientos laterales, si la arena se queda formando el cono, esto se produce porque la arena contenga exceso de humedad, por ende se continúa secando y se repite el procedimiento, hasta que en el cono de arena se desmorone lentamente observar figura 24; que será cuando la arena llego al estado saturado y superficialmente seco.



Figura 24: Ensayo de peso específico (retiro del cono)

- Se extrajo un espécimen de 500g de agregado fino SSS observar figura 25.



Figura 25: Ensayo de pesos específicos (peso de la muestra SSS 500g).

- Se obtuvo el peso del picnómetro + agua y registrarlo ver figura 26.



Figura 26: Ensayo de pesos específicos (peso de picnómetro más agua)

- Como se observa en la figura 27 se llenó al 20% aproximadamente el frasco con agua e introducir la muestra SSS, luego agregar agua hasta el 80% lavando las paredes del frasco.



Figura 27: Ensayo de pesos específicos (llenado de la muestra SSS)

- Se procedió a agitar o rueda manualmente el picnómetro para eliminar los espacios de aire como se observa en la figura 28.



Figura 28: Ensayo de peso específico (agitación del picnómetro).

- Se obtiene el peso del picnómetro + agua + muestra (húmeda), para este procedimiento se tiene que asegurar que no haya aire atrapado en la muestra cómo se contempla en la imagen 29.



Figura 29: Ensayo de pesos específicos (peso picnómetro más agua más muestra).

- Pesar un recipiente suficientemente grande para contener el agua + muestra del picnómetro, hacer que asiente toda la muestra.
- Retirar toda el agua sea posible, sin perder ni un gramo de muestra.
- Luego se introdujo al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  fijarse figura 30.



Figura 30: Ensayo de pesos específicos (introducción de muestra al horno)

- Se procedió a pesar y registrar el peso del recipiente + muestra seca como se observa en la figura 31.





*Figura 31:* Ensayo de pesos específicos (peso de recipiente más muestra seca).

#### Procedimiento para el agregado grueso

- Para el agregado grueso contemplar la figura 32, primero se saturo una muestra representativa durante 24 horas.



*Figura 32:* ensayo de pesos específicos (saturación de la muestra).

- Se le extrae el agua y se procede a secar superficialmente con una franela parcialmente húmeda los espejos de agua resultando de esta forma el peso saturado y superficialmente seco en gravas como se registra en la figura 33.



Figura 33: Ensayo de pesos específicos (peso saturado superficialmente seco).

- Extraer un peso de 800g de agregado grueso SSS.
- Se obtiene el peso del picnómetro + agua y registrarlo observar figura 34.



Figura 34: Ensayo de pesos específicos (peso picnómetro más agua).

- Se procedió a agitar manualmente el picnómetro para eliminar los espacios de aire.
- Se obtiene el peso del picnómetro + agua + muestra (húmeda), para este procedimiento se tiene que asegurar que no haya aire atrapado en la muestra ver figura 35.



Figura 35: Ensayos de pesos específicos (peso de picnómetro con agua más muestra húmeda).

- Pesar un recipiente suficientemente grande para contener el agua + muestra del picnómetro, hacer que asiente toda la muestra.
- Retirar toda el agua sea posible, sin perder ni un gramo de muestra.
- Luego introducir al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Pesar y registrar el peso del recipiente + muestra seca.

### Cálculos

- Peso específico

$$Pe = \frac{B}{Wc + B - W}$$

- Absorción

$$Abs = \frac{(B - A) \times 100}{A}$$

A = Peso de la muestra secada al horno

B = Pesa de la muestra saturada seca (SSS)

Wc = Peso del picnómetro con agua

W = Peso del picnómetro + muestra + agua



## Granulometría por Tamizado ASTM C 33

### Materiales y equipos

- Balanza
- Tamices
- Horno eléctrico a temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Recipiente
- Muestra de estudio

### Procedimiento

- El espécimen para el ensayo se obtendrá del muestreo del campo y cuarteo una proporción de muestra de agregado fino, grueso o global según la siguiente tabla 18.

Tabla 18. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso

Tamaño máximo nominal	Peso mínimo
3/8"	1
1/2"	2
3/4"	5
1"	10
1 1/2"	15
2"	20
Agregado fino	0.5

Fuente: (MTC E 204)

- Secar la muestra a una temperatura natural observar figura 36.

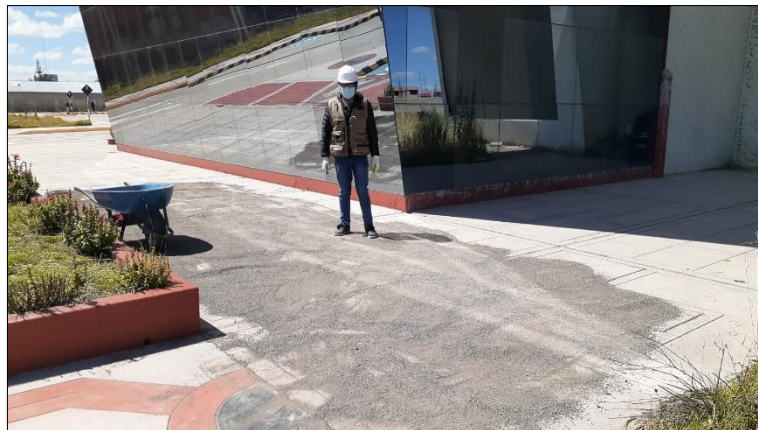


Figura 36: Ensayo de granulometría (secado de muestra natural).

- Pesar la muestra 500g para agregado fino y 3500g para agregado grueso.
- Esta muestra se lava por la malla N°200 ver figura 37, para finos y por el tamiz N°4 para agregado gruesos seguidamente secar en el horno a una temperatura de 110°C.



*Figura 37:* Ensayo de análisis granulométrico lavado da agregado grueso.

- Para esta actividad los tamices a usar son: N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y fondo para las muestras finas para 500gr. además también usé el juego de tamices: 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4 y fondo para las muestras gruesas para 3500gr. perfectamente ordenadas como se ve en la figura 38.



*Figura 38:* Juego de tamices.

- Insertar la muestra seca al juego de tamices como se nota en la figura 39.



Figura 39: Ensayo de análisis granulométrico (tamizado de la muestra).

- Pesar las muestras retenidas por los tamices observar la figura 40.



Figura 40: peso de muestra en tamiz retenido.

- Finalmente, se registró el peso retenido por cada tamiz tanto para las muestras finas y muestras gruesos independientemente.

### Cálculos

- Se calcula el porcentaje parcial retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma.

$$\%Pecial\ retenido = \frac{\text{peso retenido en el tamiz}}{\text{peso total}} \times 100$$

- Se calcula el porcentaje acumulado retenido de la siguiente forma.

%Acumulado Retenido. = % parcial retenido + sumatoria % parcial retenido anterior.

### **Ensayos de laboratorio al agua**

Se realizó el análisis químico al agua subterránea y al agua potable en el laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) ubicado en la ciudad de Puno determinado los siguientes parámetros.

- Determinación pH
- Cloruro
- Sulfatos
- Álcalis
- Sólidos totales

### **Diseño de mezcla**

Se elaboró un diseño de mezcla para un concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> según el método ACI 211. Para este diseño se tuvo en cuenta los siguientes parámetros.

- Resistencia de diseño peso específico cemento portland
- Peso específico agregado grueso
- Peso específico agregado fino
- Asentamiento de Diseño
- Relación Agua/Cemento
- Contenido de Aire Atrapado
- Cantidad de agua por m<sup>3</sup> de concreto

### **Prueba de consistencia**

Antes de proceder con la elaboración de las muestras o probetas cilíndricas de concreto se definió la consistencia (Slump), para cada elemento ensayado.

Este ensayo se realizó de acuerdo a la norma peruana NTP 339.035 cuyos procedimientos y materiales necesarios son:

#### Materiales y equipos

- Molde cono de Abrams.
- Varilla para compactar.
- Agregados cuyos valores fueron tomados del diseño de mezcla.
- Agua (agua subterránea y potable)

#### Procedimiento

- En primer lugar se humedece el molde (cono de Abrams) y se coloca en una superficie plana.
- Colocar tres capas de concreto en forma homogénea en el cono de Abrams cuyas dimensiones se muestran en la figura 41, que son base inferior 20cm, base superior 10cm, altura 30cm, dándole 25 golpes por capa con una varilla de  $\frac{1}{2}$  pulgada de punta redondeada como se observa en la figura 42.

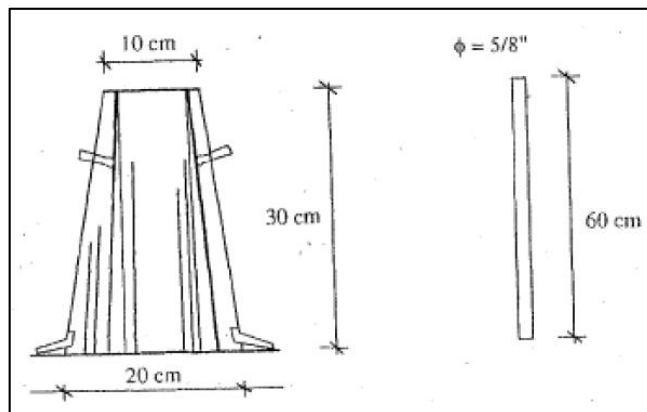


Figura 41. Dimensiones de cono de Abrams  
Fuente: (Abanto, 2009)



Figura 42: Slump (compactación con la varilla 25 golpes)

- Al llenar la capa superior debe apilarse el concreto antes de compactar.
- Terminado este procedimiento se procedió con el retiro verticalmente del cono.
- Finalmente se toma la medición de diferencia de altura con el cono para determinar el grado de revenimiento que determinara la trabajabilidad y consistencia (ver tabla 19 y figura 43) (NTP 339.035, 2009).

Tabla 19. Clases de mezcla según su asentamiento

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD
Seca	0" a 2"	Poco trabajable
Plástica	3" a 4"	Trabajable
Fluida	> 5"	Muy trabajable

Fuente: (Abanto, 2009)



Figura 43. Elaboración del ensayo Slump



## Elaboración de probetas de concreto

Las muestras o probetas cilíndricas de concreto fueron elaboradas de acuerdo a la norma NTP 339.033 donde especifica el procedimiento a seguir que son los siguientes:

### Materiales y equipos

- Balanza.
- Badilejo, comba de goma, cucharon y palas
- Moldes briqueteras de 0,15m x 0,30m
- Varilla para compactar.
- Carretilla para el mezclado.
- Agregado fino y grueso.
- Cemento portland tipo ip.
- Agua (agua subterránea y agua potable)

### Procedimiento

- Primero los moldes son de dimensiones 15cm de diámetro x 30cm de altura que tienes que estas limpias y barnizada con lubricantes por el interior observar imagen 44.



Figura 44. Preparación de los moldes y herramientas para elaboración de briquetas.

- Segundo se pesan las proporciones de agregados, cemento y agua de la mezcla para un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  proporcionado por el diseño de mezclas ver figura 45 y 46.



Figura 45. Proporciones para la elaboración de concreto con agua potable.



Figura 46. Proporciones para la elaboración de concreto con agua subterránea.

- Tercero cada molde fue llenado con la mezcla elaborada con las especificaciones del diseño de mezclas en tres capas homogéneas con 25 golpes con la varilla y de 10 a 15 golpes con un mazo en el exterior



del molde para liberar aire atrapado cuyo procedimiento se observa en la figura 47.



*Figura 47.* Elaboración de briquetas de concreto con agua subterránea y potable.

- Cuarto finalmente enrazar el concreto a nivel del molde notar figura 48.
- Así se procedió con el llenado de todas las probetas cilíndricas, 12 probetas elaborados con agua potable y 12 probetas elaboradas con agua subterránea, finalmente se deja reposar 24 horas antes del desmolde (NTP 339.033, 2015).



*Figura 48.* Enraizado y etiquetado de briquetas de concreto.

### **Desmolde y curado del concreto**

Después de la elaboración de las briquetas cilíndricas de concreto, pasada 24 horas se procedió al desmóldelo y curado de los especímenes en posas con agua con la que fueron elaboradas cada muestra en la figura 49 y 50 se observa este procedimiento.



Figura 49. Desmóldelo de briquetas.



Figura 50. Curado de briquetas.

### Resistencia a la compresión del concreto

Para determinar la resistencia a compresión del concreto se usó la norma peruana NTP 339.034, los ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto de la universidad Andina Néstor Cáceres Velázquez, las muestras de concreto fueron ensayadas a los 7, 14 y 28 días de acuerdo al diseño del estudio para determinar su resistencia a compresión.

### Materiales y equipos

- Probetas de concreto a ensayar
- Máquina de ensayo para compresión
- Regla y micrómetro
- Libreta de apuntes

### Procedimiento

- Las probetas fueron transportadas al lugar de ensayo
- Se procedió con la medición de las probetas de concreto cuyo procedimiento se nota en la figura 51.



*Figura 51.* Toma de medición de probetas de concreto.

- Posteriormente como se ve en la figura 52 se ubicaron las probetas en la máquina para someterla al ensayo de compresión.





Figura 52. Ensayo de compresión de probetas cilíndricas.

- Finalmente se procedió a tomar la resistencia y reconocer en la figura 53 el tipo de falla que se registró.



Figura 53. Tipos de fallas obtenidas después del ensayo de compresión.

## **Trabajos de gabinete**

Se realizó el análisis respectivo de los resultados obtenidos por los ensayos del presente estudio y se diagnosticó estadísticamente si existe una diferencia en la resistencia a compresión de concreto usando como variables el agua subterránea y el agua potable en la ciudad de Juliaca.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para el método y evaluación de los datos según los ensayos que se realizaron, se utilizó las normas NTP, ASTM, y textos referidos al tema de investigación. Además se utilizó herramientas tecnológicas como los programas Microsoft Word, Excel, Minitab 19 para una correcta interpretación y evaluación de resultados.

### **3.7. Aspectos éticos**

Esta investigación contiene información de fuentes confiables y fiables manteniendo el respeto a la propiedad del autor, la información está correctamente citada ya sea de tesis, libros, normas y artículos. La investigación está en concordancia al artículo 6° denominado honestidad, al artículo 7° denominado rigor científico y al artículo 9° denominado responsabilidad en la investigación, del código de Ética de la Universidad Cesar Vallejo aprobado con resolución universitario N°0126-2017/UCV.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados del análisis químico del agua

El agua subterránea se obtuvo de la urbanización Néstor Cáceres Velásquez de la ciudad de Juliaca cuyas coordenadas son, latitud:-15.536727, longitud: -70.117333. El agua potable se obtuvo directo del red de agua potable de la ciudad de Juliaca en la urbanización San Francisco I etapa cuyas coordenadas son, latitud:-15481365, longitud: -70125697.

Después del análisis químico se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 20 estos análisis se hicieron a las muestras de agua subterránea y agua potable de la ciudad de Juliaca, en la tabla se muestra todos los parámetros alcanzados y su comparación con los requisitos o límites máximos permisibles establecidos en la NTP 339.088.

*Tabla 20. Propiedades químicas de las muestras de agua*

PARAMETROS	UNIDADES	AGUA SUBTERRÁNEA M-1	AGUA POTABLE M-2	REQUISITOS NTP 339.088
Cloruros	mg/l	35.46	191.48	Máx. 1000
pH.	-	7.582	7.819	5 a 8
Conductividad	mmhon/cm	0.657	2.46	-
Solid. Total disueltos	mg/l	362.00	1.76	Máx. 5000
Sulfatos	mg/l	45.02	56.03	Máx. 3000

### 4.2. Resultados de la caracterización física de los agregados

Los resultados obtenidos de los agregados grueso y fino de la cantera Unocola ubicado en la ciudad de Juliaca, que fueron ensayados para la comparación de concreto estructural  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agua potable y agua subterránea para el mezclado, se expresa en los siguientes cuadros, los ensayos se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto de la universidad andina Néstor Cáceres Velásquez de la ciudad de Juliaca.

## Ensayo de contenido de humedad

Agregado fino

Tabla 21. Contenido de humedad de agregado fino.

AGREGADO FINO	
Peso del tarro + muestra húmeda	361.89 g
Peso del tarro + muestra seca	352.11 g
Peso del tarro	51.22 g
Peso del agua	9.78 g
Peso del suelo seco	300.89 g
% HUMEDAD	<b>3.25</b>

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W\% = \frac{361.89 - 352.11}{352.11 - 51.22} \times 100$$

$$W\% = 3.25$$

En el contenido de humedad del agregado fino como se muestra en la tabla 21 se tomó una muestra húmeda de 361.89 gr y su contenido de humedad como resultado se obtuvo un porcentaje de humedad de 3.25 % que se utilizó para el diseño de mezcla para un concreto estructural  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

Agregado grueso

Tabla 22. Contenido de humedad de agregado grueso.

AGREGADO GRUESO	
Peso del tarro + muestra húmeda	390.51 g
Peso del tarro + muestra seca	383.30 g
Peso del tarro	51.56 g
Peso del agua	7.21 g
Peso del suelo seco	331.74 g
% HUMEDAD	<b>2.17</b>

$$W\% = \frac{390.51 - 383.30}{383.30 - 51.56} \times 100$$

$$W\% = 2.17$$

En el ensayo de contenido de humedad que se observa en la tabla 22 se tomó el peso de la muestra húmeda de 390.51 gr. Y dando como resultado un porcentaje de humedad de 2.17 %.

### Ensayo de análisis granulométrico

Ensayo de análisis granulométrico de agregado grueso.

*Tabla 23. Tamizado granulométrico agregado grueso.*

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3"	76.200					
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>	
1"	25.400	125.00	3.57	3.57	<b>96.43</b>	<b>100 %</b>
3/4"	19.050	629.00	17.97	21.54	<b>78.46</b>	<b>90 - 100 %</b>
1/2"	12.700	1174.00	33.54	55.09	<b>44.91</b>	
3/8"	9.525	875.00	25.00	80.09	<b>19.91</b>	<b>20 - 55 %</b>
1/4"	6.350					
No4	4.760	697.00	19.91	100.00	<b>0.00</b>	<b>0 - 10 %</b>
<b>BASE</b>		0.00	0.00	100.0	0.0	
<b>TOTAL</b>		3500.00	100.00			
<b>% PÉRDIDA</b>		0.00				

Se determinó la distribución granulométrica establecida en el tabla 23 donde se observa el porcentaje retenido del agregado en cada malla, teniendo un peso inicial de 3500 gr para la granulometría y obteniendo un tamaño máximo nominal (TMN) de 3/4".

En la figura 54 se visualiza la curva granulométrica graficada a partir del tamizado granulométrico del agregado grueso que está entrando a los límites mayores y menores.



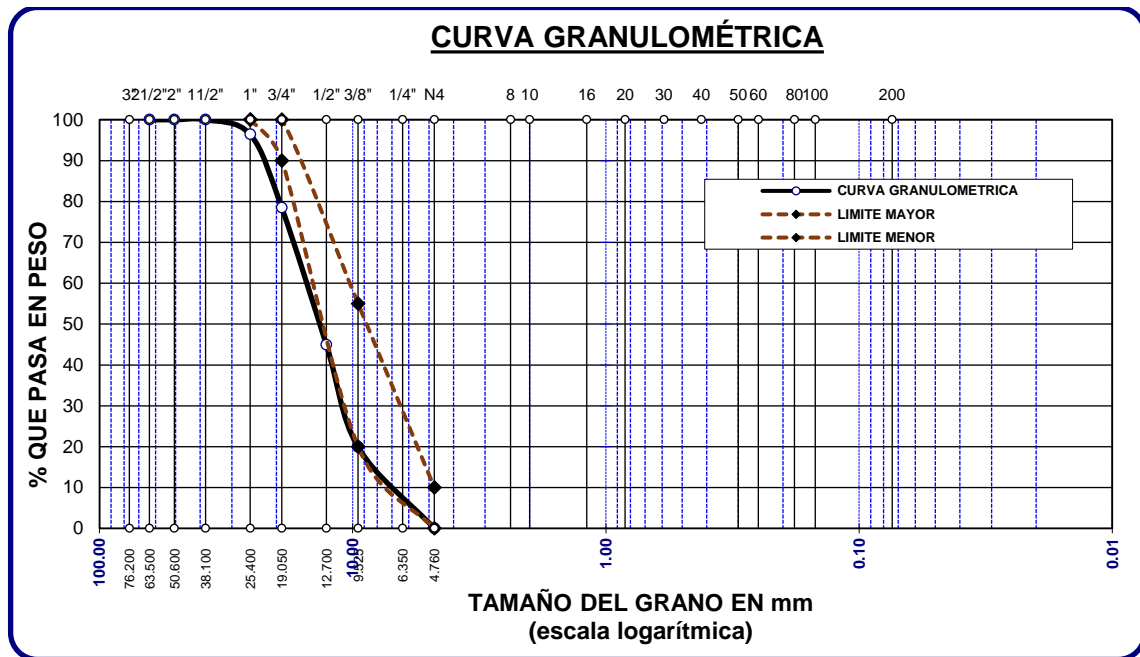


Figura 54. Curva granulométrica agregado grueso

Ensayo de análisis granulométrico de agregado fino.

Tabla 24. Tamizado granulométrico agregado fino.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %
No8	2.380	130.85	26.17	26.17	73.83	80 - 100 %
No10	2.000					
No16	1.190	108.33	21.67	47.84	52.16	50 - 85 %
No20	0.840					
No30	0.590	67.12	13.42	61.26	38.74	25 - 60 %
No40	0.420					
No 50	0.300	84.80	16.96	78.22	21.78	10 - 30 %
No60	0.250					
No80	0.180					
No100	0.149	63.23	12.65	90.87	9.13	2-10%
No200	0.074	22.75	4.55	95.42	4.58	
<b>BASE</b>		22.92	4.58	100	<b>0.00</b>	
<b>TOTAL</b>		500.00	100.00			
<b>% PÉRDIDA</b>		4.58				

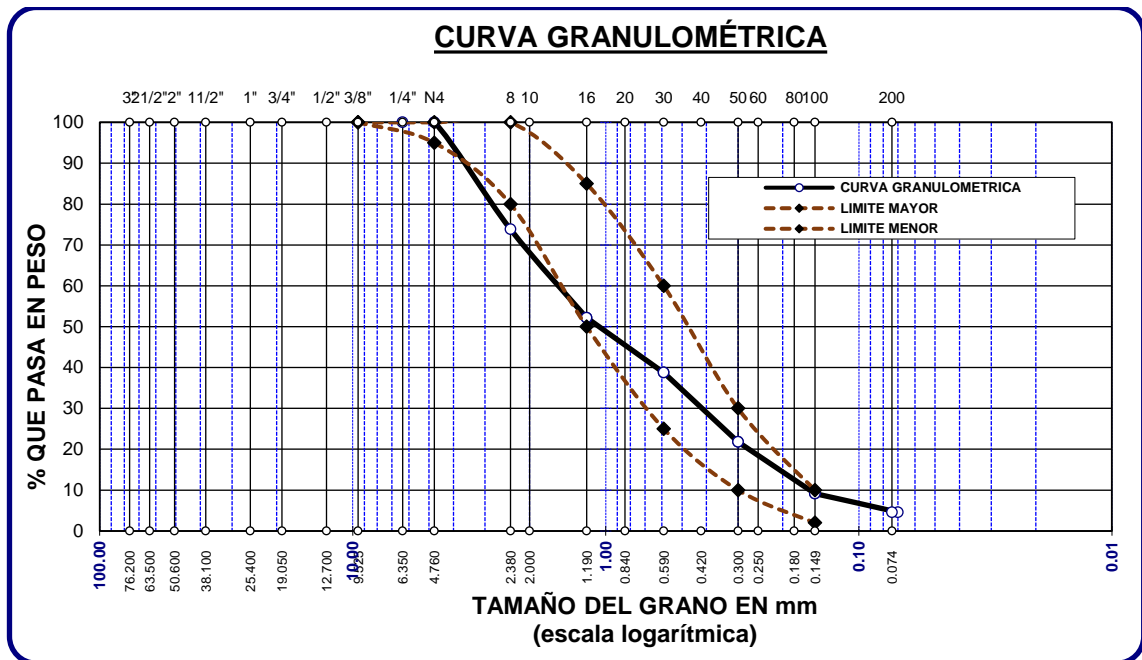


Figura 55. Curva granulométrica agregado fino.

De acuerdo a los resultados representados en la tabla 24 se visualiza los pesos retenidos del tamizado de agregado fino teniendo un peso inicial de 500 gr para la granulometría.

La figura 55 muestra el grafico de la curva granulométrica del agregado fino con su respectivo porcentaje que pasa en peso y el tamaño del grano en milímetros (mm)

Determinación del módulo de finura (MF).

$$M.F. = \frac{\sum \% ACUM. RET. (N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

$$M.F. = \frac{26.17 + 47.84 + 61.26 + 78.22 + 90.87}{100}$$

$$M.F. = 3.04$$

## Ensayo de peso específico de agregados

Arena (agregado fino)

Tabla 25. Datos de granulometría agregado fino.

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
3/8"	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	130.85	26.17	26.17	73.83
N° 16	108.33	21.67	47.84	52.16
N°30	67.12	13.42	61.26	38.74
N° 50	84.80	16.96	78.22	21.78
N° 100	63.23	12.65	90.87	9.13
N° 200	22.75	4.55	95.42	4.58
Fondo	22.92	4.58	100.00	0.00
Suma	500.00	100.00		
<b>Mf: Módulo de finura</b>			<b>3.04</b>	

Datos:

$$A = \text{Peso de muestra secada al horno} = 487.50$$

$$B = \text{Peso de muestra saturada seca (SSS)} = 500.00$$

$$W_c = \text{Peso del picnómetro con agua} = 1310.11$$

$$W = \text{Peso del Pic. + muestra + agua} = 1614.10$$

### - Peso específico:

$$W_c + B = 1810$$

$$W_c + B - W = 196$$

$$P_e = \frac{B}{W_c + B - W} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$$

$$P_e = 2.55 \text{ gr/cm}^3$$

### - Absorción método picnómetro:

$$B + A = 12.50$$

$$A_{bs} = \frac{(B - A) * 100}{A} = 2.56 \%$$

$$A_{bs} = 2.56 \%$$

En la tabla 25 se visualiza los datos granulométricos del agregado fino y seguidamente se procedió a calcular el peso específico y absorción del agregado fino, cuyos resultados son peso específico 2.55 gr/cm<sup>3</sup> y 2.56 % de absorción.

Grava (agregado grueso)

Tabla 26. Datos de granulometría agregado grueso.

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa
2"	0	0.00	0.00	100.00
1 ½"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	125	3.57	3.57	96.43
¾"	629	17.97	21.54	78.46
½"	1174	33.54	55.09	44.91
3/8"	875	25.00	80.09	19.91
¼"				
Nº 4	697	19.91	10.00	0.00
Fondo	0.00	0.00	100.00	0.00
Suma	3500.00	100.00		

Datos:

$$A = \text{Peso de muestra secada al horno} = 790.65$$

$$B = \text{Peso de muestra saturada seca (SSS)} = 800.00$$

$$W_c = \text{Peso del picnómetro con agua} = 1310.11$$

$$W = \text{Peso del Pic. + muestra + agua} = 1795.52$$

- **Peso específico:**

$$W_c + B = 2110$$

$$W_c + B - W = 315$$

$$P_e = \frac{B}{W_c + B - W} = 2.54 \text{ g/cm}^3$$

$$P_e = 2.54 \text{ g/cm}^3$$

- **Absorción método picnómetro:**

$$B + A = 9.35$$

$$A_{bs} = \frac{(B - A) * 100}{A} = 1.18 \%$$

$$A_{bs} = 1.18 \%$$

En la tabla 26 se visualiza el análisis granulométrico del agregado grueso, después de realizar el ensayo de peso específico y absorción por el método picnómetro del agregado grueso establecido en la NTP 400.022 se obtienen los resultados como peso específico 2.54 y absorción 1.18 %.

**Ensayo de pesos unitarios suelto**

Peso unitario suelto de agregado fino

*Tabla 27. Peso unitario de agregado fino.*

Ensayo	Unidad	Ensayo N° 1	Ensayo N° 2	Ensayo N° 31
A peso del molde	g	5925	5925	5925
B peso del agregado + molde	g	9500	9511	9515
C peso del agregado suelto = (B-A)	g	3575	3586	3590
D volumen del molde	Cm <sup>3</sup>	2081	2081	2081
E peso unitario suelto seco (C)/(D)	Kg/cm <sup>3</sup>	1718	1723	1725
Promedio	Kg/cm <sup>3</sup>	1722		

Para determinar el peso unitario suelto del agregado fino se realizan tres muestras mediante la norma ASTM C29 como se expresa en la tabla 27 se expresa los pesos respectivos de cada ensayo para el final obtener un promedio de estos tres ensayos de peso unitario suelto seco.

Peso unitario suelto de agregado grueso.

*Tabla 28. Peso unitario de agregado grueso.*

Ensayo	Unidad	Ensayo N° 1	Ensayo N° 2	Ensayo N° 31
A peso del molde	g	7935	7935	7935
B peso del agregado + molde	g	12868	12880	12886
C peso del agregado suelto = (B-A)	g	4933	4945	4951
D volumen del molde	Cm <sup>3</sup>	3242	3242	3242
E peso unitario suelto seco (C)/(D)	Kg/cm <sup>3</sup>	1522	1525	1527
Promedio	Kg/cm <sup>3</sup>	1525		

Los datos expresados en la tabla 28 son resultados del ensayo del peso unitario suelto del agregado grueso de acuerdo a la norma ASTM C29 mediante la realización de tres ensayos obteniendo como resultado el promedio del peso unitario seco suelto.

### Ensayo de pesos unitarios compactado

Peso unitario compactado de agregado fino.

*Tabla 29. Peso unitario compactado de agregado fino.*

Ensayo	Unidad	Ensayo N° 1	Ensayo N° 2	Ensayo N° 3
A peso del molde	g	5925	5925	5925
B peso del agregado + molde	g	9761	9773	9775
C peso del agregado compactado = (B-A)	g	3836	3848	3850
D volumen del molde	Cm <sup>3</sup>	2081	2081	2081
E peso unitario compactado seco (C)/(D)	Kg/cm <sup>3</sup>	1843	1849	1850
Promedio	Kg/cm <sup>3</sup>	1847		

En la tabla 29 se observa los resultados del ensayo de peso unitario compactados del agregado fino, se observa tres ensayos que dan como resultado el peso unitario seco compactado tomando como dato final en promedio de estos tres.

Peso unitario compactado de agregado grueso.

*Tabla 30. Peso unitario compactado de agregado grueso.*

Ensayo	Unidad	Ensayo N° 1	Ensayo N° 2	Ensayo N° 3
A peso del molde	g	7935	7935	7935
B peso del agregado + molde	g	13295	13310	13291
C peso del agregado compactado = (B-A)	g	5360	5375	5356
D volumen del molde	Cm <sup>3</sup>	3242	3242	3242
E peso unitario compactado seco (C)/(D)	Kg/cm <sup>3</sup>	1653	1658	1652
Promedio	Kg/cm <sup>3</sup>	1654		

En la tabla 30 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de peso unitario compactados del agregado grueso, se observa tres ensayos que dan como resultado el peso unitario seco compactado tomando como dato final en promedio de estos tres.

#### 4.3. Resultado del diseño de mezcla por el método ACI 211

El diseño de mezcla se realizó con los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio detallados anteriormente, para el diseño se utilizó el cemento IP de la marca Rumi (cemento sur), cuyo peso específico fueron obtenidos de su ficha técnica ver anexo 12.

##### Valores de diseño

- Resistencia de diseño:  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Desviación standard ( $\sigma$ ) = 84
- Cemento portland tipo IP: Rumi (cemento sur).
- Peso específico del cemento =  $2.85 \text{ gr/cm}^3$
- Peso específico del agua =  $1000 \text{ kg/m}^3$

##### Los datos generales de los agregados

Tabla 31. Resultados de laboratorio.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO PIEDRA GRAVA	AGREGADO FINO ARENA
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.54	2.55
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1654	1847
P.U. Suelto	1525	1722
% de Absorción	1.18	2.56
% de Humedad Natural	2.17	3.25
Módulo de Finura	-	3.04

##### Cálculos

1. Determinación de la resistencia promedio.

$$F'cr = F'c + \sigma$$

$$F'cr = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2. Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de:

Slump: 3"-4"

3. Selección del Tamaño Máximo Nominal (TMN) según la granulometría del agregado grueso:

$$\text{TMN} = 3/4''$$

4. Volumen unitario de agua según la tabla 32 de acuerdo con el slump, se toma como valor:

*Tabla 32. Cantidad de agua de diseño de acuerdo al TMN.*

SLUMP	Agua en lt/m <sup>3</sup> de concreto para los tamaños máximos de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
sin aire	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2

Agua = 205 litros.

5. Contenido del aire según la tabla 32, como el concreto estará expuesto al intemperie se considera un contenido de aire de:

$$\text{Aire} = 2.0 \%$$

6. Relación Agua Cemento (a/c) acorde a la tabla 33.

*Tabla 33. Relación agua cemento (a/c) por resistencia.*

f' cr	Sin aire
450	0.38
400	0.43
350	0.48
300	0.55
250	0.62
200	0.70
150	0.80



$$250 \text{ ----- } 0.62$$

$$294 \text{ ----- } a/c$$

$$300 \text{ ----- } 0.55$$

Interpolación para determinar el valor de:  $a/c$

$$\frac{294 - 250}{300 - 294} = \frac{a/c - 0.62}{0.55 - a/c}$$

$$\frac{44}{6} = \frac{a/c - 0.62}{0.55 - a/c}$$

$$24.20 - 44a/c = 6a/c - 3.72$$

$$27.92 = 50a/c$$

$$a/c = 0.55$$

Relación Agua/Cemento ( $a/c$ ) = 0.55

#### 7. Calculo factor cemento

$$a = 205$$

$$a/c = 0.55$$

$$205/c = 0.55$$

$$c = 372.72$$

Contenido de cemento =  $373 \text{ kg/m}^3$

#### 8. Calculo de agregado grueso de acuerdo a la tabla 34 según tamaño máximo nominal (TMN) y módulo de fineza del agregado fino:

Tabla 34. Volumen de agregado grueso.

TAMAÑO MAXIMO DE AGREGAD	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de fineza de agregado fino						
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO						
	2.2	2.4	2.6	2.8	3	3.2	3.4
3/8"	0.52	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40
1/2"	0.61	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49
3/4"	0.68	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58	0.56
1"	0.73	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.61
1 1/2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68	0.66
2"	0.80	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.68
3"	0.83	0.81	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71
6"	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79	0.77

$$3.20 \text{ ----- } 0.58$$

$$3.04 \text{ ----- } b/b_o$$

$$3.00 \text{ ----- } 0.60$$

Interpolando

$$\frac{3.04 - 3.20}{3.00 - 3.04} = \frac{b/b_o - 0.58}{0.60 - b/b_o}$$

$$\frac{-0.16}{-0.04} = \frac{b/b_o - 0.58}{0.60 - b/b_o}$$

$$0.096 - 0.16b/b_o = 0.04b/b_o - 0.0232$$

$$0.1192 = 0.2b/b_o$$

$$b/b_o = 0.596$$

Luego:

$$P_{AG} = b/b_o \times PUC$$

$$P_{AG} = 0.596 \times 1654$$

$$P_{AG} = 985.78 = 986 \text{ kg/m}^3$$

Donde:

$P_{AG}$  = peso del agregado grueso.

PUC = peso unitario compactado.

9. calculo del volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino:

- Volumen absoluto de agua  $= (205)/(1000) = 0.205$
- Volumen absoluto de cemento  $= (373)/(2.85*1000) = 0.131$
- Volumen absoluto de agregado grueso  $= (986)/(2.54*1000) = 0.388$
- Volumen de aire atrapado  $= (2.0)/(100) = \underline{0.020}$
- Volumen sub total  $= = 0.744$

10. Calculo del volumen del agregado fino ( $V_{AF}$ )

$$V_{AF} = 1 - 0.744$$

$$V_{AF} = 0.256 \text{ m}^3$$

11. Calculo del peso del agregado fino ( $P_{AF}$ )

$$P_{AF} = 0.256 * \text{peso especifico}$$

$$P_{AF} = 0.256 * (2.55*1000)$$

$$P_{AF} = 654 \text{ kg/m}^3$$

12. Dosificación del diseño en estado seco

*Tabla 35. Diseño de mezcla en estado seco.*

Cemento (kg)	Agregado fino (kg/m <sup>3</sup> )	Agregado grueso (kg/m <sup>3</sup> )	Agua (litros)
373	654	986	205

- Cantidad de material en peso seco que se necesita en una tanda de un saco de cemento.

*Tabla 36. Diseño de mezcla en estado seco.*

Bolsas de cemento para 1 m <sup>3</sup>	Cemento (kg)	Agregado fino (kg/bolsa)	Agregado grueso (kg/bolsa)	Agua (kg/bolsa)
8.776	42.5	74.52	112.35	23.35

13. Corrección por humedad de los agregados.

$$P. \text{ agregado fino} = Pafx\left(1 + \frac{W}{100}\right)$$

$$P. \text{ agregado fino} = 654x\left(1 + \frac{3.25}{100}\right)$$

$$P. \text{ agregado fino} = 676 \text{ kg}$$

$$P. \text{ agregado grueso} = Pagx\left(1 + \frac{W}{100}\right)$$

$$P. \text{ agregado grueso} = 986x\left(1 + \frac{2.17}{100}\right)$$

$$P. \text{ agregado grueso} = 1007 \text{ kg}$$

14. Calculo de la humedad superficial.

$$\text{Humedad superficial} = (\%w - \%abs)$$

$$\text{Agregado fino} = (3.25 - 2.56)$$

$$\text{Agregado fino} = 0.69$$

$$\text{Agregado grueso} = (2.17 - 1.18)$$

$$\text{Agregado grueso} = 0.99$$

$$\text{Suma} = 0.69 + 0.99 = 1.68$$

15. Calculo de aporte de agua en la mezcla (AAM)

$$\text{Aporte de agua en la mezcla} = (\%w - \%abs.) \times A. \text{ seco} / 100$$

$$\text{Agregado fino} = 0.69 \times (658/100)$$

$$\text{Agregado fino} = 4.54$$

$$\text{Agregado grueso} = 0.99 \times (986/100)$$

$$\text{Agregado grueso} = 9.76$$

$$\text{Suma de AAM} = 4.54 + 9.76 = 14.30$$

16. Calculo del agua efectivo

$$\text{Agua efectivo} = \text{agua} - \text{AAM}$$

$$\text{Agua efectivo} = 205 - 14.30$$

$$\text{Agua efectivo} = 190.70 = 191$$

17. Dosificación de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en la mezcla de prueba por m<sup>3</sup> ver tabla 37.

*Tabla 37. Peso de materiales corregido por humedad.*

Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Agregado fino (kg/m <sup>3</sup> )	Agregado grueso (kg/m <sup>3</sup> )	Agua (lt/m <sup>3</sup> )
373	676	1007	191

18. Dosificación por volumen expresado en la tabla 38.

*Tabla 38. Dosificación de la mezcla por proporción de volumen.*

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
1.00	1.81	2.70	0.51

#### 4.4. Resultados de revenimiento del concreto

El ensayo de revenimiento o Slump nos sirve para ver qué tan trabajable esta la mezcla de concreto, en el siguiente tabla 39 se plasma los resultados obtenidos después de la utilización del cono de Abrams.

*Tabla 39. Revenimiento de diferentes tipos de mezcla de concreto.*

MUESTRA (mezcla)	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	REVENIMIENTO (cm)	REVENIMIENTO (pulgadas)
Mezcla con agua subterránea	210	8.30	3.27
Mezcla con agua potable	210	8.50	3.35

#### 4.5. Resultados de los ensayos a compresión a probetas de concreto

Las probetas cilíndricas de concreto elaboradas y curadas con agua subterránea y agua potable, fueron sometidas al ensayo de compresión a 7, 14 y 28 días de curado, los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas y gráficos.

## Muestras elaboradas con agua subterránea.

Tabla 40. Resistencia a compresión del concreto a los 7 días.

Muestra	Procedencia del agua	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida en laboratorio (kg/cm <sup>2</sup> )	% de resistencia
01	Agua subterránea	7	210	126	216.70	103.19
02	Agua subterránea	7	210	126	187.02	89.06
03	Agua subterránea	7	210	126	198.78	94.66
04	Agua subterránea	7	210	126	194.88	92.80
<b>Promedio</b>					<b>199.35</b>	<b>94.93</b>

En la tabla 40 se visualiza los resultados del ensayo de resistencia a compresión de las briquetas elaboradas y curadas con agua subterránea a los 7 días de curado, se observa una resistencia promedio de 199.35 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 41. Resistencia a compresión del concreto a los 14 días.

Muestra	Procedencia del agua	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida laboratorio (kg/cm <sup>2</sup> )	% de resistencia
05	Agua subterránea	14	210	168	239.62	114.11
06	Agua subterránea	14	210	168	217.35	103.50
07	Agua subterránea	14	210	168	224.04	106.68
08	Agua subterránea	14	210	168	220.32	104.91
<b>Promedio</b>					<b>225.33</b>	<b>107.30</b>

Se visualiza en la tabla 41 los resultados del ensayo a compresión de las muestras cilíndricas elaboradas con agua subterránea a los 14 días de curado, teniendo como resultado promedio de resistencia 225.33 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 42. Resistencia a compresión del concreto a los 28 días.

Muestra	Procedencia del agua	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida laboratorio (kg/cm <sup>2</sup> )	% de resistencia
09	Agua subterránea	28	210	210	267.17	127.22
10	Agua subterránea	28	210	210	271.65	129.36
11	Agua subterránea	28	210	210	265.37	126.37
12	Agua subterránea	28	210	210	271.95	129.50
<b>Promedio</b>					<b>269.03</b>	<b>128.11</b>

En la tabla 42 se presenta los resultados de la resistencia a compresión de las cuatro muestras elaboradas y curadas con agua subterránea a los 28 días de elaboración o curación teniendo como resultado promedio 269.03 kg/cm<sup>2</sup>.

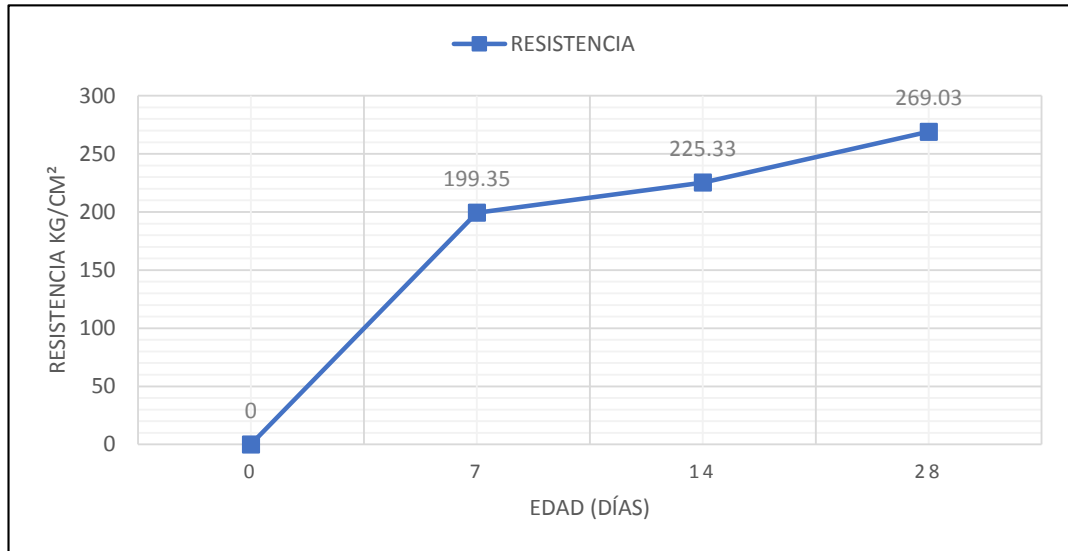


Figura 56. Curva de resistencia a compresión de muestras elaboradas con agua subterránea.

En la figura 56 se visualiza la curva de resistencia promedio del ensayo a resistencia a compresión vs los días de curado a las que fueron sometidas las muestras elaboradas y curadas con agua subterránea, se muestra una curva ascendente con una clara mayor resistencia a los siete días.

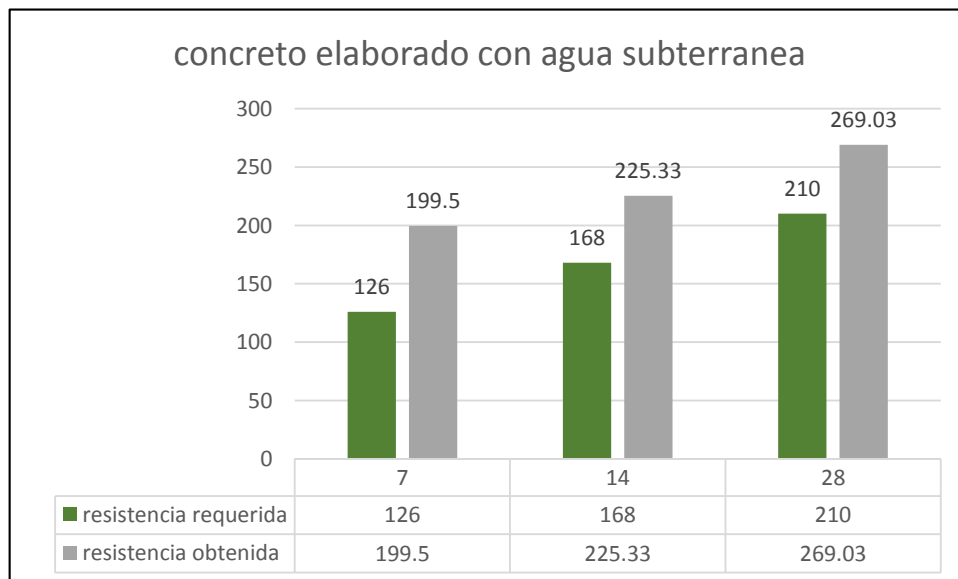


Figura 57. Comparación de resistencia a compresión obtenida vs resistencia requerida.

En la anterior figura 57 se distingue una clara mayor resistencia a compresión obtenida en laboratorio con respecto a la resistencia requerida de acuerdo a los días de curado de las muestras elaboradas y curadas con agua subterránea.

### Muestras elaboradas con agua potable.

Tabla 43. Resistencia a compresión del concreto a los 7 días.

Muestra	Procedencia del agua	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida laboratorio (kg/cm <sup>2</sup> )	% de resistencia
01	Agua Potable	7	210	126	205.86	98.03
02	Agua potable	7	210	126	205.31	97.77
03	Agua potable	7	210	126	204.65	97.45
04	Agua potable	7	210	126	205.98	98.09
<b>Promedio</b>					<b>205.45</b>	<b>97.83</b>

En la tabla 43 se muestra los resultados del ensayo de resistencia a compresión de las briquetas elaboradas y curadas con agua potable a los 7 días de curado, se observa una resistencia promedio de 205.45 kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de resistencia promedio de 97.83 % con respecto a la resistencia requerida a los 7 días.

Tabla 44. Resistencia a compresión del concreto a los 14 días.

Muestra	Procedencia del agua	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida laboratorio (kg/cm <sup>2</sup> )	% de resistencia
05	Agua potable	14	210	168	266.43	126.87
06	Agua potable	14	210	168	242.95	115.69
07	Agua potable	14	210	168	243.81	116.10
08	Agua potable	14	210	168	245.76	117.03
<b>Promedio</b>					<b>249.74</b>	<b>118.92</b>

Se observa en la tabla 44 los resultados del ensayo a compresión de las muestras cilíndricas elaboradas y curadas con agua potable a los 14 días de curado, teniendo como resultado promedio de resistencia 249.74 kg/cm<sup>2</sup>.



Tabla 45. Resistencia a compresión del concreto a los 28 días.

Muestra	Procedencia del agua	Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida laboratorio (kg/cm <sup>2</sup> )	% de resistencia
09	Agua potable	28	210	210	284.19	135.33
10	Agua potable	28	210	210	286.26	136.31
11	Agua potable	28	210	210	285.15	135.78
12	Agua potable	28	210	210	288.67	137.46
<b>Promedio</b>					<b>286.07</b>	<b>136.22</b>

En la tabla 45 se presenta los resultados de la resistencia a compresión de las cuatro muestras elaboradas y curadas con agua subterránea a los 28 días de elaboración o curación teniendo como resultado promedio 286.07 kg/cm<sup>2</sup>.

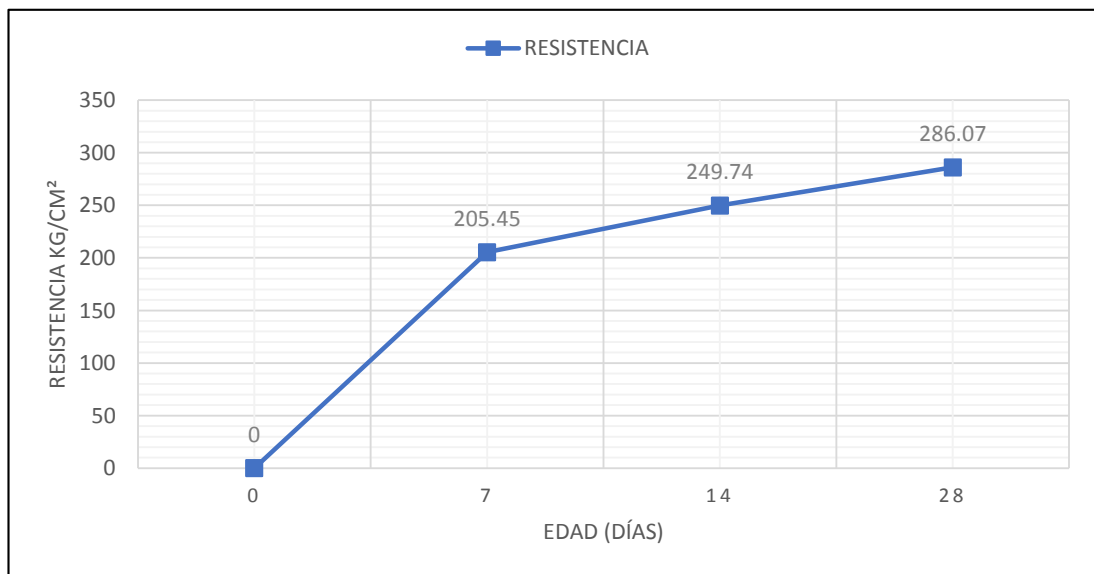


Figura 58. Curva de resistencia a compresión de muestras elaboradas con agua potable.

En la figura 58 se muestra la curva de resistencia promedio del ensayo a resistencia a compresión del concreto vs los días de curado a las que fueron sometidas las muestras elaboradas y curadas con agua subterránea, en la presente figura se muestra una curva ascendente con una clara mayor resistencia a los primeros siete días.

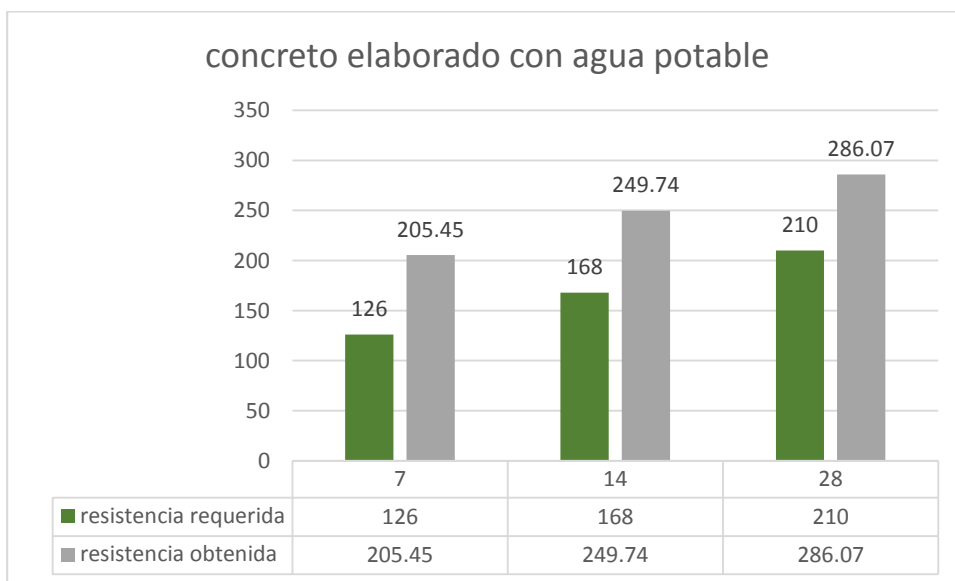


Figura 59. Comparación de resistencia a compresión obtenida vs resistencia requerida.

En la anterior figura 59 se distingue una clara mayor resistencia a compresión obtenida en laboratorio con respecto a la resistencia requerida de acuerdo a los días de curado de las muestras elaboradas y curadas con agua potable.

### Comparación de las resistencias a compresión del concreto

Tabla 46. Cuadro comparativo de resistencias a compresión promedios.

Edad (días)	Resistencia de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia requerida (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto con agua subterránea		Concreto con agua potable		Diferencia de porcentaje resistencia promedio (%)
			Promedio de resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de resistencia (%)	Promedio de resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje de resistencia (%)	
7	210	126	199.35	94.93	205.45	97.83	2.90
14	210	168	225.33	107.30	249.74	118.92	11.62
28	210	210	269.03	128.11	286.07	136.92	8.81

Se observa en la tabla 46 los resultados de resistencia promedio a compresión de las briquetas de concreto elaborado con agua subterránea con respecto a las briquetas elaboradas y curadas con agua potable, se distingue una clara mayor resistencia del concreto elaborado con agua

potable que excede en 8.11 % al porcentaje de resistencia de las briquetas elaboradas con agua subterránea a los 28 días de curado.

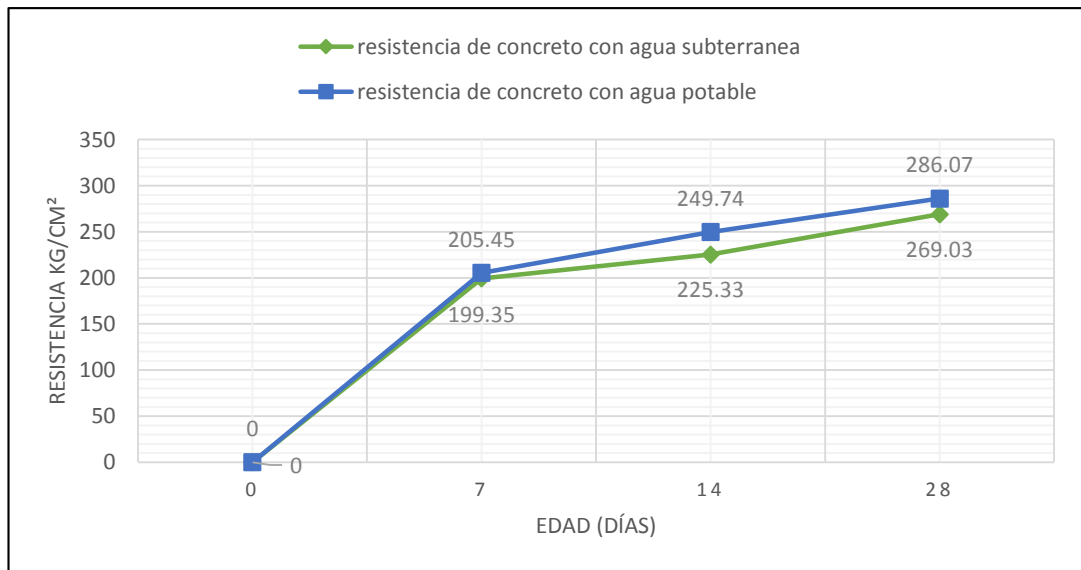


Figura 60. Comparación de resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto.

En la presente figura 60 se identifica una comparación de curvas de resistencia a compresión de concreto entre resistencia de briquetas elaborado con agua subterránea y resistencia de briquetas elaboradas con agua potable, teniendo como resultado al observar que el concreto elaborado con agua potable presenta una mayor resistencia a compresión con respecto al de concreto elaborado con agua subterránea, teniendo en cuenta q ambas resistencia sobrepasan la resistencia de diseño a los 28 días de curado.

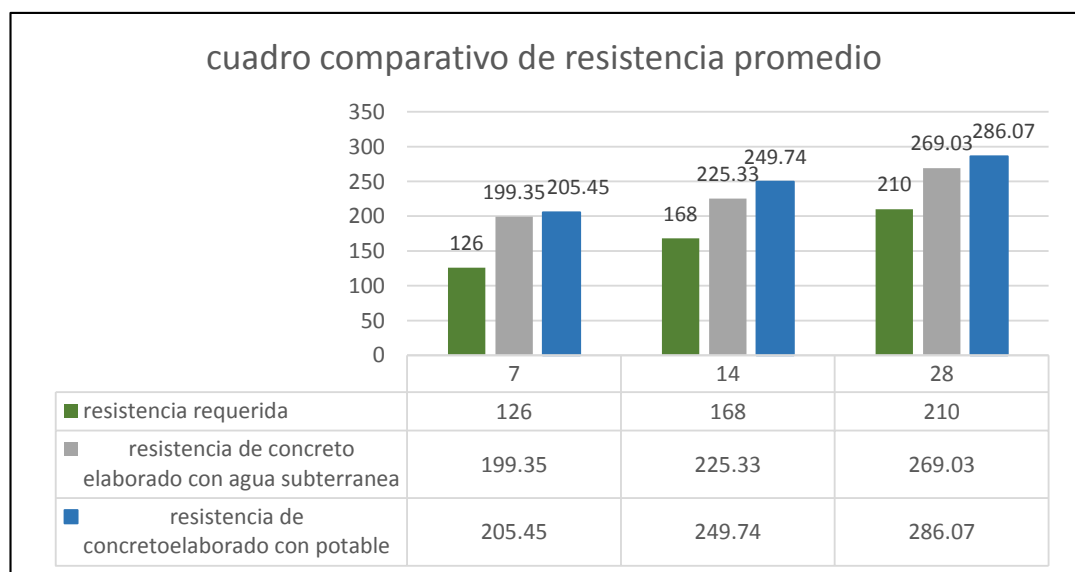


Figura 61. Comparación de resistencias obtenidas vs resistencia requerida.

En la anterior figura 61 se plasma los resultados de los promedios de resistencia a compresión a los 7,14 y 28 días de curado y se observa que en ambas tipos de muestras pasan la resistencia requerida de diseño, como también se observa que las muestra cilíndricas de concreto elaborado y curado con agua potable muestra una mayor resistencia con respecto a la muestra elaborada con agua subterránea.

#### 4.6. Contratación de hipótesis

##### - Hipótesis principal

Para evaluar si el uso del agua subterránea y agua potable determinara si se afecta la resistencia a compresión del concreto se realizó en primer lugar la prueba estadístico T de Student, que se detalla en la tabla 47 las resistencias obtenidas a los 28 días.

*Tabla 47. Resistencia a la compresión a los 28 días.*

Grupo control Agua potable (kg/cm <sup>2</sup> )	Grupo experimental Agua subterránea (kg/cm <sup>2</sup> )
284.19	267.17
286.26	271.65
285.15	265.37
288.67	271.95

##### Calculo de estadísticos básicos

Numero de muestras (n) = 4

Cálculo de la media.

$$\bar{x}_{Gc} = \frac{284.19 + 286.26 + 285.15 + 288.07}{4}$$

$$\bar{x}_{Gc} = 286.07$$

$$\bar{x}_{GE} = \frac{267.17 + 271.65 + 265.37 + 271.95}{4}$$

$$\bar{x}_{GE} = 269.03$$

Calculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Desviación estándar de grupo control (agua potable)

Tabla 48. Análisis estadístico del concreto con agua potable.

x	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
284.19	284.19 - 286.07 = -1.88	$(-1.88)^2 = 3.5344$
286.26	286.26 - 286.07 = 0.19	$(0.19)^2 = 0.0361$
285.15	285.15 - 286.07 = -0.92	$(-0.92)^2 = 0.8464$
288.67	288.67 - 286.07 = 2.06	$(2.06)^2 = 6.7600$
		$\Sigma = 11.1769$

$$\sigma = \sqrt{\frac{11.1769}{4 - 1}} = 1.93$$

Desviación estándar de grupo experimental (agua subterránea)

Tabla 49. Análisis estadístico del concreto con agua potable

X	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
267.17	267.17 - 269.03 = -1.86	$(-1.86)^2 = 3.4596$
271.65	271.65 - 269.03 = 2.62	$(2.62)^2 = 6.8644$
265.37	265.37 - 269.03 = -3.66	$(-3.66)^2 = 13.3956$
271.95	271.95 - 269.03 = 2.92	$(2.92)^2 = 8.5264$
		$\Sigma = 32.2460$

$$\sigma = \sqrt{\frac{32.2460}{4 - 1}} = 3.28$$

Tabla 50. Datos estadísticos del concreto con agua subterránea y potable.

Descripción	Grupo control Concreto con agua potable	Grupo experimental Concreto con agua subterránea
Concreto mezclado con agua	Potable	Subterránea
Numero de muestras (n)	4	4
Media ( $\bar{x}$ )	286.07	269.03
Desviación estándar ( $\sigma$ )	1.93	3.28

### Ubicación de punto crítico

Calculo del grado de libertad (gl)

$$gl = n - 1$$

$$gl = 4 - 1 = 3$$

$$\gamma = 95 \% = 0.95$$

$$\alpha = 5 \% = 0.05$$

Para el proyecto de investigación se tomó un nivel de confianza de 95%  $=0.95$  y un nivel de significancia de  $\alpha = 5\% = 0.05$  según a la tabla de la distribución T-Student, utilizamos  $\alpha/2$ , para que ambas colas tengan el mismo espacio correspondiente en la zona de rechazo.

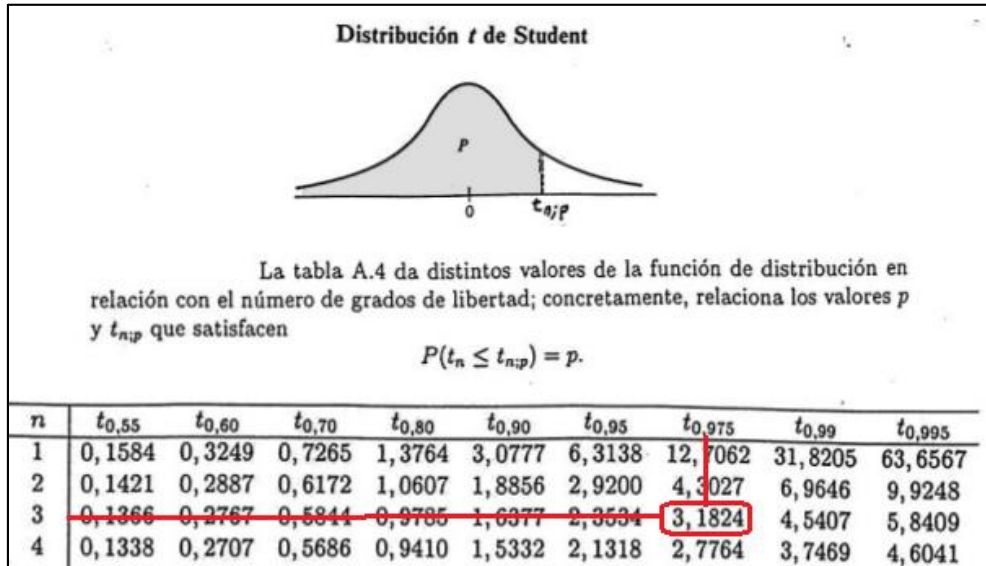


Figura 62: Cuadro de distribución t de Student  
Fuente: Ávila Acosta, Roberto.

Según el cuadro de distribución t de Student como se muestra en la figura 62.  $t = 3.182$

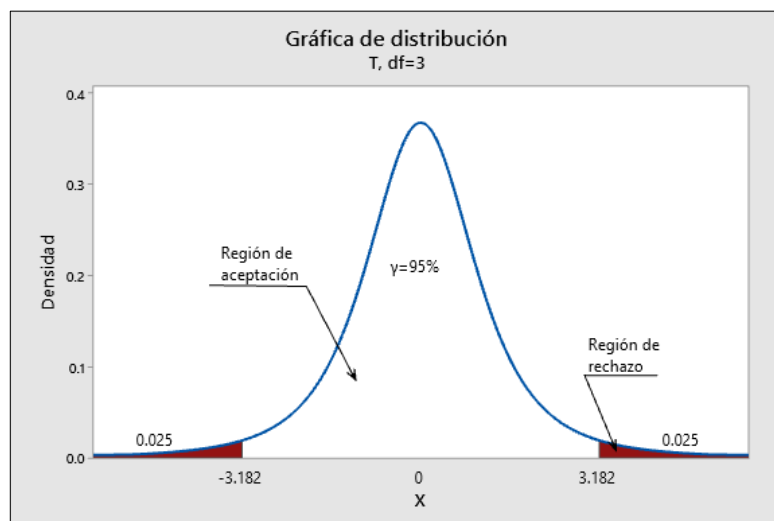


Figura 63: grafica de distribución de probabilidades (prueba de dos colas)  
Fuente: Software Minitab 19, 2021.

### Formulación de hipótesis

$H_0 = \mu_{GC} = \mu_{GE}$ : El uso de agua subterránea y agua potable serán iguales en la resistencia a compresión del concreto estructural.

$H_1 = \mu_{GC} \neq \mu_{GE}$ : El uso de agua subterránea y agua potable serán diferentes en la resistencia a compresión del concreto estructural.

### Estadístico de prueba

$$t = \frac{\bar{x}_{GC} - \bar{x}_{GE}}{\sqrt{(n_{GC} - 1)s_{GC}^2 + (n_{GE} - 1)s_{GE}^2}}$$

$$t = \frac{286.07 - 269.03}{\sqrt{(4 - 1)(1.93)^2 + (4 - 1)(3.28)^2}}$$

$$t = 6.33$$

### Interpretación

El estadístico  $t = 6.33$  respecto a al uso de agua subterránea y agua potable en la resistencia a la compresión se encuentra en la sector de rechazo, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

### Conclusión

Se concluye que el uso de agua subterránea y agua potable son diferentes en la resistencia a la compresión del concreto, en la que la mezcla con agua potable obtiene una mayor resistencia a comparación del concreto mezclado con agua subterránea.

#### - Hipótesis secundaria I

Para evaluar si un volumen pre calculado de agua subterránea alcanzara una buena resistencia a compresión del concreto, se utilizó el estadístico T de Student ya que se comprende un universo de datos menor a 30 observaciones, como se muestra en la tabla 50 el número de datos obtenidos de la elaboración de briquetas a los 28 días de maduración.

Tabla 51. Resistencia a la compresión con agua subterránea a los 28 días.

Concreto con agua subterránea (kg/cm <sup>2</sup> )
267.17
271.65
265.37
271.95

### Calculo de estadísticos básicos

Numero de muestras (n) = 4

Cálculo de la media.

$$\bar{x}_{GE} = \frac{267.17 + 271.65 + 265.37 + 271.95}{4}$$

$$\bar{x}_{GE} = 269.03$$

Calculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Desviación estándar de grupo experimental (agua subterránea)

Tabla 52. Análisis estadístico del concreto con agua potable

X	x - $\bar{x}$	(x - $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
267.17	267.17 - 269.03 = -1.86	(-1.86) <sup>2</sup> = 3.4596
271.65	271.65 - 269.03 = 2.62	(2.62) <sup>2</sup> = 6.8644
265.37	265.37 - 269.03 = -3.66	(-3.66) <sup>2</sup> = 13.3956
271.95	271.95 - 269.03 = 2.92	(2.92) <sup>2</sup> = 8.5264
		$\Sigma = 32.2460$

$$\sigma = \sqrt{\frac{32.2460}{4 - 1}} = 3.28$$

Tabla 53. Datos estadísticos del concreto con agua subterránea.

Descripción	Concreto con agua subterránea
Concreto mezclado con agua	Subterránea
Numero de muestras (n)	4
Media ( $\bar{x}$ )	269.03
Desviación estándar ( $\sigma$ )	3.28



## Ubicación de punto crítico

Calculo del grado de libertad (gl)

$$gl = n - 1$$

$$gl = 4 - 1 = 3$$

$$\gamma = 95 \% = 0.95$$

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

Para el proyecto de investigación se tomó un nivel de confianza de 95% =0.95 y un nivel de significancia de  $\alpha = 5\% = 0.05$  y de acuerdo a la tabla de la distribución T-STUDENT.

Según el cuadro de distribución t de Student como se muestra en la figura 58.

Donde  $t = 2.353$

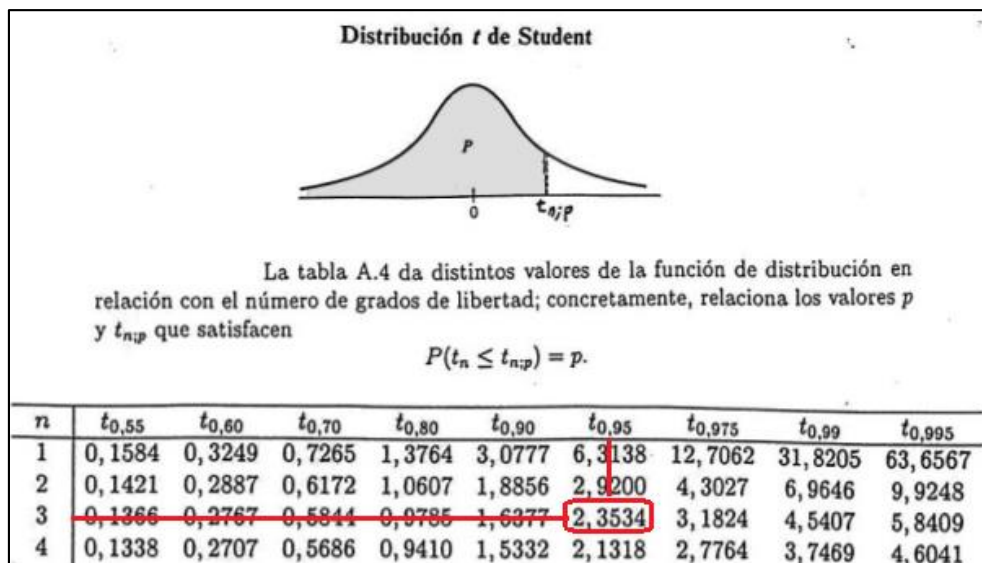


Figura 64: Cuadro de distribución t de Student.  
Fuente: Ávila Acosta, Roberto.

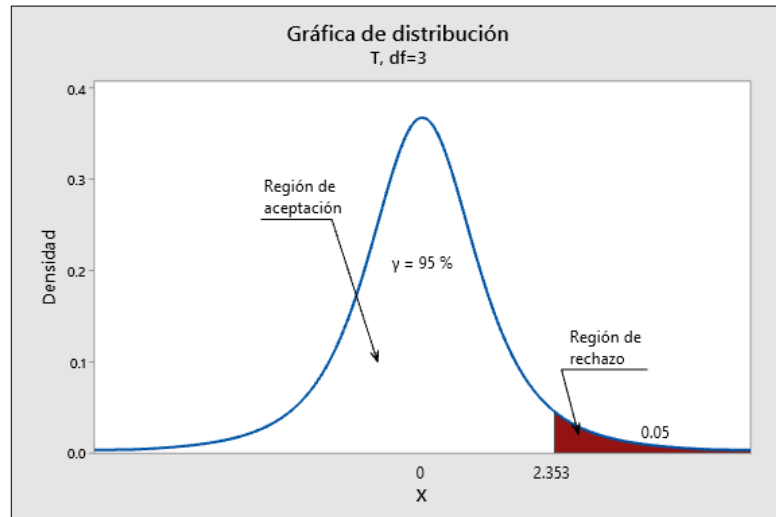


Figura 65: grafica de distribución de probabilidades (agua subterránea)  
 Fuente: Software Minitab 19, 2021.

### Formulación de hipótesis

$H_0 = \mu = 210 \text{ kg/cm}^2$ : Con un volumen pre calculado de agua subterránea no alcanzara una buena resistencia a compresión del concreto.

$H_1 = \mu > 210 \text{ kg/cm}^2$ : Con un volumen pre calculado de agua subterránea alcanzara una mayor resistencia a compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

### Estadístico de prueba

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

$$t = \frac{269.03 - 210}{\frac{3.28}{\sqrt{4}}}$$

$$t = 35.99$$

## Interpretación

El estadístico  $t = 35.99$  con respecto al volumen pre calculado de agua subterránea para una resistencia a compresión de concreto se encuentra en la región de rechazo, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

## Conclusión

Se concluye que con un volumen pre calculado de agua subterránea para un concreto estructural, tiene una mayor resistencia de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y es óptimo para la elaboración de concreto con un nivel de significancia de 5%.

### - Hipótesis secundaria II

Para evaluar si se obtendrá una mayor resistencia a compresión del concreto con el volumen pre calculado de agua potable se utilizara el estadístico T de Studen ya que el universo de pruebas no supera los 30 datos, como se muestra en la tabla 54 el número de datos obtenidos de la elaboración de briquetas.

Tabla 54: Resistencia a la compresión con agua potable a los 28 días.

Concreto con agua potable (kg/cm <sup>2</sup> )
284.19
286.26
285.15
288.67

## Calculo de estadísticos básicos

Numero de muestras (n) = 4

Cálculo de la media.

$$\bar{x} = \frac{284.19 + 286.26 + 285.15 + 288.07}{4}$$

$$\bar{x} = 286.07$$

Calculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Tabla 55. Análisis estadístico del concreto con agua potable.

x	x-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
284.19	284.19 - 286.07 = -1.88	(-1.88) <sup>2</sup> = 3.5344
286.26	286.26 - 286.07 = 0.19	(0.19) <sup>2</sup> = 0.0361
285.15	285.15 - 286.07 = -0.92	(-0.92) <sup>2</sup> = 0.8464
288.67	288.67 - 286.07 = 2.06	(2.06) <sup>2</sup> = 6.7600
		Σ = 11.1769

$$\sigma = \sqrt{\frac{11.1769}{4 - 1}} = 1.93$$

Tabla 56. Datos estadísticos del concreto con agua potable.

Descripción	Concreto con agua potable
Concreto mezclado con agua	Potable
Numero de muestras (n)	4
Media ( $\bar{x}$ )	286.07
Desviación estándar ( $\sigma$ )	1.93

### Ubicación de punto critico

Calculo del grado de libertad (gl)

$$gl = n - 1$$

$$gl = 4 - 1 = 3$$

$$\gamma = 95 \% = 0.95$$

$$\alpha = 5 \% = 0.05$$

Para el proyecto de investigación se tomó un nivel de confianza de 95% =0.95 y un nivel de significancia de  $\alpha = 5\% = 0.05$  y de acuerdo a la tabla de la distribución T-STUDEN.

Según el cuadro de distribución t de Student como se muestra en la figura 66.

$$t = 2.353$$

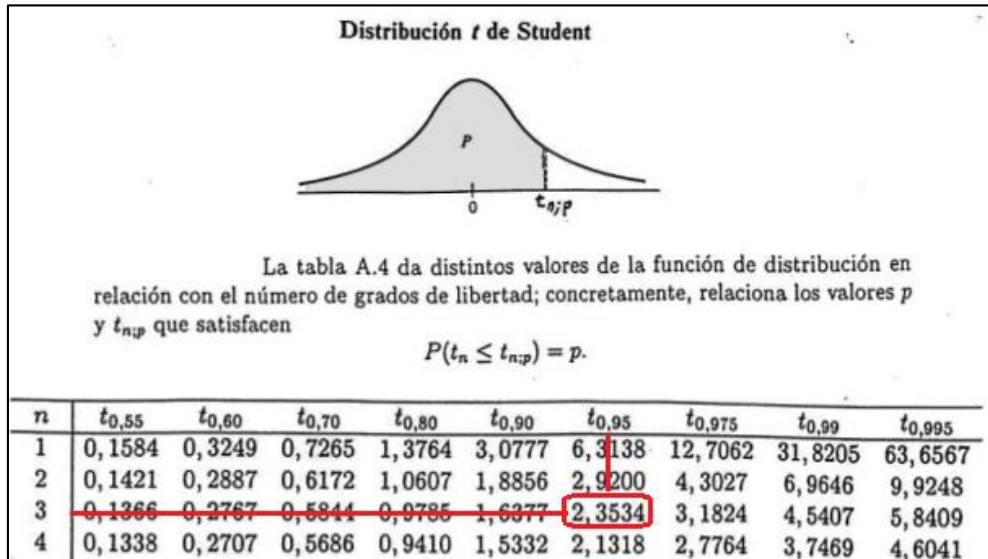


Figura 66: Cuadro de distribución t de Student.  
Fuente: Ávila Acosta, Roberto.

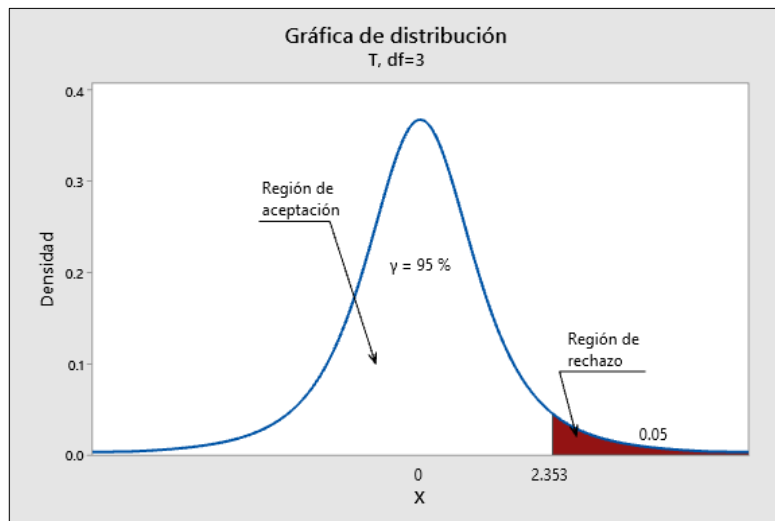


Figura 67: grafica de distribución de probabilidades (agua potable)  
Fuente: Software Minitab 19, 2021

### Formulación de hipótesis

$H_0 = \mu = 210 \text{ kg/cm}^2$ : Con un volumen pre calculado de agua potable no alcanzara una buena resistencia a compresión del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

$H_1 = \mu > 210 \text{ kg/cm}^2$ : Con un volumen pre calculado de agua potable alcanzara una mayor resistencia a compresión del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### Estadístico de prueba

$$t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$
$$t = \frac{286.07 - 210}{\frac{1.93}{\sqrt{4}}}$$
$$t = 78.82$$

### Interpretación

El estadístico  $t = 78.82$  con respecto al volumen pre calculado de agua potable para una resistencia a compresión de concreto se encuentra en la región de rechazo, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

### Conclusión

Se concluye que con un volumen pre calculado de agua potable para un concreto estructural, tiene una mayor resistencia y es óptimo para la elaboración de concreto estructural  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con un nivel de significancia del 5%.

### - Hipótesis secundaria III

Para evaluar la hipótesis de que si un análisis químico lograra una adecuada información de límites máximos permisibles para verificar la resistencia a compresión utilizando agua subterránea y agua potable se utilizara el estadístico T de Studen ya que el universo de pruebas no supera los 30 datos, como se muestra en la tabla 57 el número de datos obtenidos de la elaboración de briquetas.

Tabla 57. Datos estadísticos del análisis químico del agua.

Descripción de parámetros	Grupo control: concreto con agua potable			Descripción de parámetros	Grupo experimental: concreto con agua subterránea		
	Resultados de laboratorio	Límites permisibles	Resistencia de concreto a los 28 días de maduración		Resultados de laboratorio	Límites permisibles	Resistencia de concreto a los 28 días de maduración
Cloruros (ci mg/l)	191.48	Máx. 1000	284.19	Cloruros (ci mg/l)	35.46	Máx. 1000	267.17
pH.	7.819	5 a 8	286.26	pH.	7.582	5 a 8	271.65
Conductividad (mmhon/cm)	2.46	-	285.15	Conductividad (mmhon/cm)	0.657	-	265.37
Solid. Total disueltos (mg/l)	1.76	Máx. 5000	288.07	Solid. Total disueltos (mg/l)	362.00	Máx. 5000	271.95
Sulfatos (so <sub>4</sub> =mg/l)	56.03	Máx. 3000		Sulfatos (so <sub>4</sub> =mg/l)	45.02	Máx. 3000	

### Calculo de estadísticos básicos

Numero de muestras (n) = 4

Cálculo de la media.

$$\bar{x}_{Gc} = \frac{284.19 + 286.26 + 285.15 + 288.07}{4}$$

$$\bar{x}_{Gc} = 286.07$$

$$\bar{x}_{GE} = \frac{267.17 + 271.65 + 265.37 + 271.95}{4}$$

$$\bar{x}_{GE} = 269.03$$

Calculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Desviación estándar de grupo control (agua potable)

Tabla 58. Análisis estadístico del concreto con agua potable.

X	x - $\bar{x}$	(x - $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>
284.19	284.19 - 286.07 = -1.88	(-1.88) <sup>2</sup> = 3.5344
286.26	286.26 - 286.07 = 0.19	(0.19) <sup>2</sup> = 0.0361
285.15	285.15 - 286.07 = -0.92	(-0.92) <sup>2</sup> = 0.8464
288.67	288.67 - 286.07 = 2.06	(2.06) <sup>2</sup> = 6.7600
		$\Sigma = 11.1769$

$$\sigma = \sqrt{\frac{11.1769}{4 - 1}} = 1.93$$

Desviación estándar de grupo experimental (agua subterránea)

Tabla 59. Análisis estadístico del concreto con agua subterránea

X	x-x̄	(x-x̄) <sup>2</sup>
267.17	267.17 - 269.03 = -1.86	(-1.86) <sup>2</sup> = 3.4596
271.65	271.65 - 269.03 = 2.62	(2.62) <sup>2</sup> = 6.8644
265.37	265.37 - 269.03 = -3.66	(-3.66) <sup>2</sup> = 13.3956
271.95	271.95 - 269.03 = 2.92	(2.92) <sup>2</sup> = 8.5264
		Σ = 32.2460

$$\sigma = \sqrt{\frac{32.2460}{4 - 1}} = 3.28$$

Tabla 60. Datos estadísticos del concreto con agua subterránea y potable.

Descripción	Grupo control Concreto con agua potable	Grupo experimental Concreto con agua subterránea
Concreto mezclado con agua	Potable	Subterránea
Numero de muestras (n)	4	4
Media (x̄)	286.07	269.03
Desviación estándar (σ)	1.93	3.28

### Ubicación de punto crítico

Calculo del grado de libertad (gl)

$$gl = n - 1$$

$$gl = 4 - 1 = 3$$

$$\gamma = 95\% = 0.95$$

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

Para el proyecto de investigación se tomó un nivel de confianza de 95% =0.95 y un nivel de significancia de  $\alpha = 5\% = 0.05$  y segun la tabla de la distribución T-Student, utilizamos  $\alpha/2$ , para que ambas colas tengan el mismo espacio correspondiente en la zona de rechazo.



Según el cuadro de distribución t de Student como se muestra en la figura 68.

$t = 3.182$

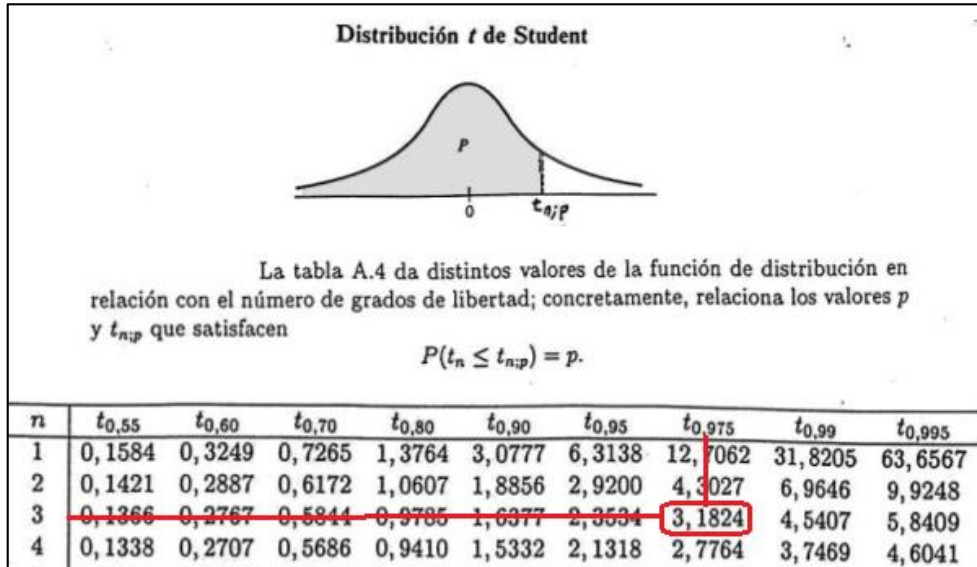


Figura 68: Cuadro de distribución t de Student  
Fuente: Ávila Acosta, Roberto.

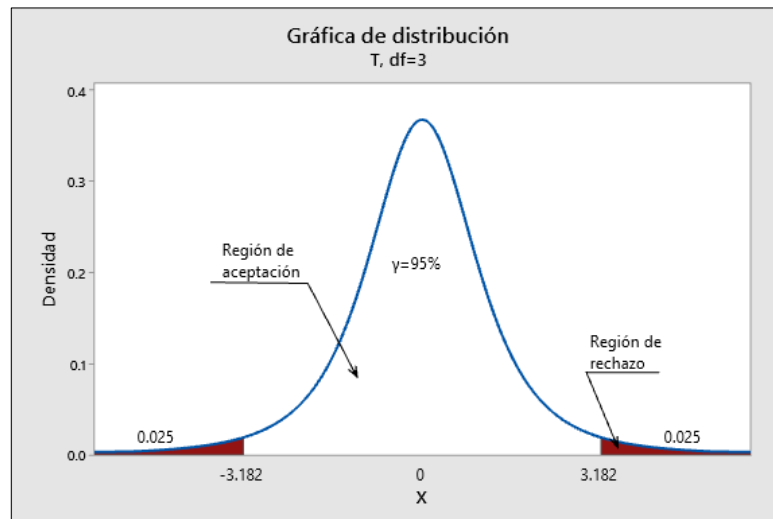


Figura 69: grafica de distribución de probabilidades (prueba de dos colas)  
Fuente: Software Minitab 19, 2021.

## Formulación de hipótesis

$H_0 = \mu_{GC} = \mu_{GE}$ : El análisis químico logro una adecuada información técnica de los límites máximos permisibles para determinar que no se afecta la resistencia a compresión del concreto utilizando agua potable y subterránea.

$H_1 = \mu_{GC} \neq \mu_{GE}$ : El análisis químico logro una adecuada información técnica de los límites máximos permisibles para determinar que si se afecta la resistencia a compresión del concreto utilizando agua potable y subterránea.

## Estadístico de prueba

$$t = \frac{\bar{x}_{GC} - \bar{x}_{GE}}{\sqrt{(n_{GC} - 1)s_{GC}^2 + (n_{GE} - 1)s_{GE}^2}}$$

$$t = \frac{286.07 - 269.03}{\sqrt{(4 - 1)(1.93)^2 + (4 - 1)(3.28)^2}}$$

$$t = 6.33$$

## Interpretación

El estadístico  $t = 6.33$  respecto al análisis químico del agua y si afecta a la resistencia a compresión del concreto elaborado con agua potable y subterránea se encuentra en la región de rechazo, por lo tanto rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

## Conclusión

Se concluye que los resultados del análisis químico si varían la resistencia de concreto estructural  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , mezclado con agua potable obtiene mayor resistencia que el mezclado con agua subterránea con un nivel de significancia del 5%.

- Resumen de contrastación de hipótesis

Tabla 61. Cuadro resumen de contrastación de hipótesis.

Datos	Hipótesis principal	Hipótesis secundaria I	Hipótesis secundaria II	Hipótesis secundaria III
Numero de muestras (n)	Gc=4 Ge=4	Ge=4	Gc=4	Gc=4 Ge=4
Media $\bar{x}$	$\bar{x}_{GC} = 286.07$ $\bar{x}_{GE} = 269.03$	$\bar{x}_{GE} = 269.03$	$\bar{x}_{GC} = 286.07$	$\bar{x}_{GC} = 286.07$ $\bar{x}_{GE} = 269.03$
Desviación estándar ( $\sigma$ )	$\sigma_{GC} = 1.93$ $\sigma_{GE} = 3.28$	$\sigma_{GE} = 3.28$	$\sigma_{GC} = 1.93$	$\sigma_{GC} = 1.93$ $\sigma_{GE} = 3.28$
Grado de libertad (gl)	$gl_{GC} = 3$ $gl_{GE} = 3$	$gl = 3$	$gl_{GC} = 3$	$gl_{GC} = 3$ $gl_{GE} = 3$
Confiabilidad ( $\gamma$ )	95 %	95 %	95 %	95 %
Significancia ( $\alpha$ )	5 %	5 %	5 %	5 %
Distribución t de Student	3.182	2.353	2.353	3.182
Formulación de hipótesis	$H_0 = \mu_{GC} = \mu_{GE}$ $H_1 = \mu_{GC} \neq \mu_{GE}$	$H_0 = \mu = 210 \text{ kg/cm}^2$ $H_1 = \mu = > 210 \text{ kg/cm}^2$	$H_0 = \mu = 210 \text{ kg/cm}^2$ $H_1 = \mu = > 210 \text{ kg/cm}^2$	$H_0 = \mu_{GC} = \mu_{GE}$ $H_1 = \mu_{GC} \neq \mu_{GE}$
Estadístico de prueba (t)	6.33	35.99	78.82	6.33
Interpretación	Rechazamos la $H_0$ y aceptamos la $H_1$ .	Rechazamos la $H_0$ y aceptamos la $H_1$ .	Rechazamos la $H_0$ y aceptamos la $H_1$ .	Rechazamos la $H_0$ y aceptamos la $H_1$ .

## V. DISCUSIÓN

### - **Discusión de los resultados del análisis químico del agua**

De acuerdo con la NTP 339.088 denominada agua de mezcla utilizada para la producción de concreto de cemento portland, especifica los parámetros mínimos que el agua de mezcla debe cumplir. El agua utilizada para la elaboración de briquetas de concreto fueron agua subterránea y agua potable, estas muestras fueron llevadas al laboratorio para determinar el análisis químico y comprobar si sobrepasan los parámetros mínimos que requiere la norma. En la tabla 20 se aprecian los resultados obtenidos en laboratorio tanto de agua subterránea como de agua potable, se comprobó que el agua subterránea obtenido de un pozo de agua no sobrepasa los requisitos mínimos establecidos en la norma técnica peruana ya antes mencionada estando en el parámetro apto por lo cual puede ser utilizada para la elaboración de concreto con cemento portland, por otro lado el análisis del agua potable como se esperaba tampoco paso los límites permisibles de la norma por lo cual también se puede usar para la elaboración de concreto.

### - **Discusión de los resultados de la caracterización de los agregados**

Como se especificó en los resultados los agregados fueron obtenidos de la cantera Unocolla ubicado en la ciudad de Juliaca.

#### **Discusión del ensayo de contenido de humedad**

En el ensayo de contenido de humedad a los que fueron sometido el agregado se observa en la tabla 21 el porcentaje de humedad obtenida para el agregado fino luego del análisis fue de 3.25 % que se utilizó para el diseño de mezcla. Por otro lado en la tabla 22 se muestra los datos y el resultado del análisis de contenido de humedad del agregado grueso que es 2.17 % dato que servirá para el diseño de mezcla para un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

### **Discusión de análisis granulométrico**

Los ensayos de granulometría del agregado grueso esta mostrado en la tabla 23 determinado un tamaño máximo nominal (TMN) de 3/4", las distribuciones entre los tamices cumplen la norma ASTM C33 en el tamiz 4 y 3/8" y sobrepasando ligeramente el porcentaje de retenido en el tamiz 3/7" y 1". En la figura 54 se observa el grafico de la curva granulométrica en el cual se observa con mayor claridad el porcentaje de material retenido que sobrepasa los límites de la curva granulométrica en el tamiz 1" t/y 3/4" con estos datos obtenidos se realizó el diseño de mezcla de concreto.

En los resultados del ensayo del análisis granulométrico del agregado fino que está especificado en la tabla 24 este ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM C33, en el porcentaje retenido del tamiz N 8 se observa un porcentaje menor a lo establecido en la norma con un 73.83 %, la especificación de la norma establece un porcentaje de retenido entre 80 – 100% lo cual observa con mejor calidad en la figura 55 que es la gráfica de la curva granulométrica del agregado fino viendo una ligera curva cóncava que sobrepasa el limite menor de la curva granulométrica, también se tiene como resultado un módulo de finura de 3.04.

### **Discusión del ensayo de peso específico de agregados**

Para la determinación de peso específico de agregado fino se utilizó los datos de análisis granulométrico que se aprecia en la tabla 25, luego el cálculo necesario se obtuvo como resultado el peso específico del agregado fino  $P_e=2.55 \text{ gr/cm}^3$  y una absorción por el método picnómetro de acuerdo a la NTP 400.022 nos da un resultado de 2.56 %.

En la determinación del peso específico del agregado grueso se usó los datos del análisis granulométrico que se especifica en la tabla 26, dando un resultado de peso específico  $P_e=2.54 \text{ gr/cm}^3$  y una absorción de 1.18 %.

### **Discusión de los resultados del ensayo de pesos unitarios suelto**

El ensayo de pesos unitarios suelto del agregado fino se realizó de acuerdo a la norma técnica ASTM C29, como se visualiza en la tabla 27 se realizó tres

ensayos obteniendo un promedio como resultado del peso unitario suelto 1722 g/cm<sup>3</sup>. De igual manera con el procedimiento para el agregado fino se realizó el ensayo para el agregado grueso teniendo como reclutado final luego de tres ensayos un promedio de 1525 gr/cm<sup>3</sup> datos utilizados para el diseño de mezcla.

### **Discusión de los resultados del ensayo de pesos unitarios compactado**

En los resultados observados en la tabla 29 nos muestra un promedio luego de tres ensayos tanto en el ensayo de peso unitario compactado de agregado fino y agregado grueso, nos da un resultado de 1847g/cm<sup>3</sup> como resultado de agregado fino y 1654 g/cm<sup>3</sup> en agregado grueso.

#### **- Discusión de los resultados del diseño de mezcla**

El diseño de mezcla se realizó por el método ACI 211 y utilizando como elemento aglomerante el cemento portland tipo IP de marca Rumi ya que es uno de los más comerciales y utilizado en la ciudad de Juliaca. El diseño se realizó para un concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  resistencia que es utilizado para un concreto estructural y un requerimiento promedio de resistencia de  $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$ , utilizando los resultados de caracterización de los agregados se realizó el diseño obteniendo como resultado lo expresado en el contenido de la tabla 37 que muestra la dosificación de mezcla seca por peso y en la tabla 38 se muestra la dosificación por volumen.

#### **- Discusión de los resultados de revenimiento del concreto**

Los asentamientos obtenidos y expresados en el contenido de la tabla 39 de las mezclas elaboradas con agua subterránea y agua potable nos muestra un revenimiento de: 3.27" en la mezcla elaborada con agua subterránea y un revenimiento de 3.35" en la mezcla elaborada con agua potable, estos resultados están en los límites de asentamiento del diseño de mezcla que son de 3" a 4".lo que quiere decir que la mezcla es óptima en contenido de agua.

#### - **Discusión del ensayo a compresión a probetas de concreto**

De los resultados de ensayos a compresión de concreto a las que fueron sometidas las briquetas cilíndricas elaboradas un grupo con agua subterránea y el otro grupo elaborada con agua potable lograron sobrepasar la resistencia de diseño requerida.

Analizando los resultados de las muestras elaboradas con agua subterránea mostrados en la tabla 40 a los 7 días de maduración nos da un promedio de resistencia  $f'c = 199.35 \text{ kg/cm}^2$  con un porcentaje de resistencia de 94.93% respecto a la resistencia de diseño, a los 14 días de maduración contenido en la tabla 41 se observa una resistencia promedio de  $f'c = 225.33 \text{ kg/cm}^2$  y 107.30% de resistencia y a los 28 días contenido en la tabla 42 se tiene una resistencia promedio de  $f'c = 269.03 \text{ kg/cm}^2$  y un porcentaje de resistencia de 128.11% sobrepasando la resistencia de diseño establecida. Por otro lado en las muestras elaboradas con agua potable nos muestra como resultado a los 7 días de maduración en la tabla 43 una resistencia promedio de  $f'c = 205.45 \text{ kg/cm}^2$  y un 97.83 % de porcentaje de resistencia obtenida, a los 14 días de maduración visto en la tabla 44 se tiene un promedio de resistencia de  $f'c = 249.74 \text{ kg/cm}^2$  con un 118.92% de resistencia obtenida y a los 28 días de maduración contenido en la tabla 45 tenemos una resistencia promedio de  $f'c = 286.07 \text{ kg/cm}^2$  y un porcentaje de resistencia de 136.22% con respecto a la resistencia de diseño.

No obstante la diferencia observada entre los resultados obtenidos de resistencia a compresión que se observa en la tabla 46 se ve que la resistencia a compresión del agua potable es mayor a la resistencia obtenida de las muestras elaboradas y curadas con agua subterránea en un porcentaje de 2.90% a los 7 días de curado, 11.62% a los 14 días de curado y 8.81% a los 28 días de curado.

## VI. CONCLUSIONES

- En respuesta al objetivo general en este trabajo de investigación se realizó la comparación de la resistencia de un concreto estructural  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , para la mezcla del concreto se utilizó el agua subterránea obtenida de la urbanización Néstor Cáceres Velásquez y agua potable obtenida de la urbanización san francisco del Distrito de Juliaca - Provincia de San Román – Puno, por lo cual se elaboró briquetas de concreto y se obtuvo resistencias promedios a los 28 días.
  - Resistencia promedio del concreto mezclado con agua subterránea es de  $269.03 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Resistencia promedio del concreto mezclado con agua potable es de  $286.07 \text{ kg/cm}^2$ .

Al analizar los resultados del concreto mezclado con agua subterránea y agua potable diseñados para una resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  se concluyó que las dos mezclas superan la resistencia diseñada por lo que son óptimos para su elaboración y que el concreto mezclado con agua potable tiene una mayor resistencia que el concreto mezclado con agua subterránea.

- En respuesta al objetivo específico I, se determinó el diseño de mezcla para una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con proporciones de volumen de 1: 1.6: 2.70: 22 lt/saco con lo que se elaboraron briquetas con la misma proporción y se desarrollaron resistencias a los 7, 14 y 28 días cuatro briquetas por cada fecha en el cual se observó el incremento de las resistencias del concreto mezclado con agua subterránea:
  - Resistencia promedio a los 7 días es de  $199.35 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Resistencia promedio a los 14 días es de  $225.33 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Resistencia promedio a los 28 días es de  $269.03 \text{ kg/cm}^2$ .

Y con estos resultados se demostró que el concreto mezclado con agua subterránea supera la resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  y es apto para su elaboración en la Urbanización Néstor Cáceres Velásquez del Distrito de Juliaca.



- En respuesta al objetivo secundario II se utilizó la misma proporción de diseño de mezcla el concreto mezclado con agua potable obtuvo las siguientes resistencias:
  - Resistencia promedio a los 7 días es de 205.45 kg/cm<sup>2</sup>.
  - Resistencia promedio a los 14 días es de 249.74 kg/cm<sup>2</sup>.
  - Resistencia promedio a los 28 días es de 286.07 kg/cm<sup>2</sup>.

La resistencia del concreto mezclado con agua potable tiene mayor resistencia desde los 7 días obteniendo un porcentaje de 97.83% a comparación del concreto mezclado con agua subterránea que tiene un porcentaje de 94.93%. Por lo que se demuestra que los ensayos realizados en laboratorio al agregado grueso y fino cumplen con los estándares establecidos, así como el ensayo de granulometría que cumple con los husos granulométricos, tamaños máximos y tamaños máximos nominales estas son confiables que fueron extraídas de la cantera Unocolla del Distrito de Juliaca – Provincia de san Román – Región Puno.

En respuesta al objetivo específico III, según los ensayos realizados en laboratorio para comprobar la calidad de las propiedades químicas a las muestras de agua subterránea y agua potable tal como se detalla en la tabla 20 estos cumplen con los parámetros establecidos según la norma: NTP 339.088 y son óptimos para la elaboración de concreto.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se sugiere la elaboración del concreto con agua subterránea en la urbanización Néstor Cáceres Velásquez ya que supera una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  por lo que en la zona no hay agua potable.
- Estudiar las propiedades del agregado grueso y agregado fino de la cantera Unocolla del Distrito de Juliaca – Provincia de San Román – Región Puno ya que las propiedades varía por cambios climáticos, se sugiere el estudio cada 5 años según las normas A.S.T.M. y N.T.P.
- Se recomienda tomar más muestras para realizar los ensayos químicos de las aguas subterráneas en un área mayor de estudio para obtener datos más precisos en la elaboración del concreto.
- Se recomienda realizar el estudio considerado otra cantera ubicada en la ciudad de Juliaca, como también la utilización de tipo o marca de cemento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABANTO Castillo, Flavio. Tecnología del concreto. 2<sup>da</sup> ed. Lima: San Marcos E.I.R.L., 2009. 244pp.

ISBN: 978-612-302-060-6

AL-JABRI, et al. Effect of using Wastewater on the Properties of High Strength Concrete. The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. [En línea]. Julio 2011. [Fecha de consulta: 20 de marzo 2021].

Disponible en: <https://bit.ly/3oiY3j0>

ISSN: 1877-7058

ARCOSA concretos. Una mezcla resistente para tu obra [En línea]. México: arcosa concretos, 2016 [Fecha de consulta: 02 de abril de 2021].

Disponible en: <https://bit.ly/3ubpmNQ>

BENITO F, [et al]. Método para cuantificar la segregación en hormigones autocompactantes. [En línea]. Vol.6. 68 a 73. Enero – Junio 2015 [Fecha de consulta 7 de abril 2021].

Disponible en: <https://bit.ly/3cZFtZi>

BORJA Suarez., Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo Perú, 2016. 38pp.

CARHUAVILCA Fuentes, Rivera Piero [et al]. Trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto para diferentes relaciones agua/ cemento. [En línea]. Setiembre 2020. [Fecha de consulta 7 de abril 2021].

Disponible en: <https://bit.ly/3cXZ0ZV>

CASTILLO Diaz, Jhordan Martin. Efecto del agua de mezclado proveniente del sub suelo (nivel freático) y mar en la resistencia a la compresión del concreto. Tesis

(obtención de título de ingeniería agrícola). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019. 103 pp.

Disponible en: <https://bit.ly/2PgFBKZ>

CCANTO Clemente, Feliciano; MALLCCO Huayanay, Alberto. Análisis comparativo de la resistencia de un concreto convencional  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando el agua subterránea en el mezclado en el distrito de Acobamba – Huancavelica – 2018. Tesis (obtención de título de ingeniería civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2019. 157 pp.

Disponible en: <https://bit.ly/3wk7sKW>

COLLAZO María y MONTAÑO Jorge. Manual de aguas subterráneas.

Montevideo: Ministerio de ganadería agricultura y pesca Uruguay, 2012. 121 pp.

ISBN: 978-9974-594-09-8

CHAVEZ Alizo, Nilda. Introducción a la investigación educativa. Maracaibo, Venezuela, 2004, 176pp.

ISBN: 980-295-068-8

CRUZADO Guevara, Jorge; LI Zavaleta, Marcelo. Análisis comparativo de la resistencia de un concreto convencional teniendo como variable el agua utilizada en el mezclado. Tesis (obtención de título de ingeniería civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015. 98 pp.

Disponible en: <https://bit.ly/3rCCUQN>

DIAZ Rodríguez Breiner (et al). 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. *Revista electrónica de ingeniería Universidad Privada del Norte* [En línea], Abril 2014, [Fecha de consulta: 31 de marzo del 2021].

Disponible en: <https://bit.ly/3wjemji>

GALBAN Romero, Juan; GUZMAN Julio, Andrea. Influencia de la calidad del agua subterránea en la resistencia a la compresión de morteros hidráulicos. Tesis (Obtención de título Ingeniería Civil). Barranquilla Colombia: Universidad de la Costa, 2020. 71 pp.

Disponible en: <https://bit.ly/3drNgoO>

HERNANDEZ Sampieri, Roberto, et al. Metodología de la investigación. 6ta ed. México: Mc GRAW-HILL, 2014. 634pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

KEYASHIAN, Mark. Capítulo 17 - Sistemas de agua para instalaciones farmacéuticas. En: *VOGEL C., Henry; TORADO M., Celeste. Manual de fermentación e ingeniería bioquímica*. 3ra edición Elsevier. 2014. pp 363-376.

ISBN: 978-1-4557-2553-3

LACHASSAGNE, Patrick. What Is Groundwater? How to Manage and Protect Groundwater Resources. *HydroSciences Montpellier, Universidad de Montpellier Francia* [En línea]. 26 de Marzo del 2021. [Fecha de consulta: 01 de Abril del 2021].

Disponible en: <https://bit.ly/3wuHBzY>

ISBN: 10.1159/000515024

MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú). E.060 Concreto armado: Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima, 2009. 205 pp.

NAN Sua, BUQUAN Miaob, FU-SHUNG Liu. Effect of wash water and underground water on properties of concrete. *Cement and Concrete Research*, Taiwan: Pergamon. Investigacion de concreto, 32: 777-782, Diciembre 2001.

ISSN: S0008-8846(01)00762-1

NEVILLE M, Adam. Tecnología del concreto. 2da ed. Limusa: Mexico. 2010. 622pp.

ISBN: 978-0-273-73219-8

NTP, Norma técnica peruana (Perú). NTP 339.088 Hormigón (concreto). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. Lima: 2006. 18pp.

NTP 339.033 (Norma Técnica Peruana). Concreto. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Lima, 2015. 22pp.

NTP 339.035 (Norma Técnica Peruana). Hormigón (concreto). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. Lima 2009. 13pp.

OROZCO Orosco, Benigno; PALACIO Bonfante, Jeason. Influencia De Las Características Del Agua Subterránea En La Resistencia De Las Unidades De Mampostería De Concreto Con Perforaciones Verticales De Fabricación Artesanal. Caso De Estudio: Villanueva, Bolívar. Tesis (obtención de título de ingeniería civil). Cartagena de Indias Colombia: Universidad de Cartagena, 2015. 109 pp.  
Disponible en: <https://bit.ly/3sHXfp8>

PECK, Martin et al. Modern Concrete Construcción Manual (Structural Design Material Properties Sustainability). 1er ed. Munich: Detail, 2014. 296 pp.  
ISBN: 978-3-95553-205-5

*Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico.* (Lima 2020). Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2020.  
Disponible en: <https://bit.ly/2Pmf9PP>

*Perú: Proyecciones de Población, Según Departamento, Provincia y Distrito, 2018-2020.* (Lima 2020). Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2020.  
Disponible en: <https://bit.ly/31sOWSI>

PONCE Guardado, Antonio. Evaluación de la implementación de aguas tratadas en la elaboración de concretos en el municipio de aguas calientes. Tesis (Magister en

Ingeniería Civil). Aguascalientes México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, 2015. 140 pp.

Disponible en: <https://bit.ly/3dlszDP>

PORREGO, Joaquín et al. Manual del concreto estructural. Caracas. Junio 2014. 69pp.

ISBN: 978-980-7658-00-3

RIVVA López, Enrique. Diseño de mezclas. Lima. 1992. 284 pp.

RIVA López, Enrique. Naturaleza y materiales de concreto. Lima. ACI Perú, 2000

RIVERA, Gerardo. Concreto simple [En línea]. Colombia: Universidad de Cauca, 2015. [Fecha de consulta: 02 de abril de 2021].

Disponible en: <https://bit.ly/3mdqJJg>

ROMERO Rojas, Jairo Alberto. Calidad del agua. 2da ed, Escuela Colombiana de Ingeniería: Colombia 2009.

ISBN; 978-9-5880-6083-5

RODRIGUEZ Julio, REGUANT Mercedes. Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *Institut de Desenvolupament Professional. Universitat de Barcelona*. [En línea]. Julio 2020 [Fecha de consulta: 10 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://bit.ly/2RLjBIQ>

ISSN: 2013-2255

*Solo 50% de Juliaca y San Miguel cuentan con servicio de agua potable y alcantarillado* [en línea]. Pachamamaradio.org 23 de marzo de 2021. [Fecha de consulta: 25 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/3w0feZV>

TELLO Martínez, José Luis; TELLO Martínez, José Antonio. Influencia del uso de agua del pozo irhs-42 del balneario los palos en la resistencia a la compresión del

concreto utilizado en el distrito de la Yarada – los palos de la provincia de Tacna. Tesis (obtención de título de ingeniería civil). Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2018. 127 pp.

Disponible en: <https://bit.ly/3sJZRDC>

TORRE C., Ana. Curso básico de tecnología del concreto. [En línea]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. [Fecha de consulta: 03 de abril de 2021].

Disponible en: <https://bit.ly/2PnMyKd>

VALCUENDE, M. Metodo para cuantificar la segregación. Concreto y cemento. España, 2014 vol 6. 48 al 63

VELEZ María, ORTIZ Carolina y VARGAS María. Las aguas subterráneas (un enfoque práctico). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2011. 58pp.





ISBN: 978-958-99528-1-8



## ANEXOS

### ANEXO 1: Matriz de consistencia.

“Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural Juliaca 2021”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	METODOLOGIA
<b>PROBLEMA PRINCIPAL</b> ¿Cómo afecta el uso de agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural Juliaca 2021?	<b>OBJETIVO PRINCIPAL</b> Determinar la resistencia a compresión de concreto estructural mediante el uso de agua subterránea y potable	<b>HIPOTESIS PRINCIPAL</b> El uso del agua subterránea y agua potable determinara si se afecta la resistencia a compresión del concreto estructural	<b>V. INDEPENDIENTE</b> Agua subterránea y Potable  <b>V. DEPENDENTE</b> Resistencia a la compresión del concreto	-Volumen.  -Esfuerzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• l/m<sup>3</sup></li> <li>• kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>	<b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Hipotético deductivo  <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> Experimental  Gc (a):   Y2  Ge (a):   Y4  Donde: Gc: grupo control Ge: grupo experimental
<b>PROBLEMA SECUNDARIO N°1</b> ¿Con un volumen pre calculado se alcanzaría una buena resistencia a compresión de concreto estructural utilizando el agua subterránea?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO N°1</b> Alcanzar una buena resistencia a compresión de concreto estructural utilizando el agua subterránea mediante un volumen pre calculado.	<b>HIPOTESIS SECUNDARIO N°1</b> El volumen pre calculado alcanzara una buena resistencia a compresión de concreto estructural utilizando el agua subterránea.	<b>V. INDEPENDIENTE</b> Volumen pre calculado  <b>V. DEPENDENTE</b> Resistencia a compresión	-Volumen.  - Esfuerzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• l/m<sup>3</sup></li> <li>• kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada  <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Correlacional-Explicativo
<b>PROBLEMA SECUNDARIO N°2</b> ¿Con un volumen pre calculado se obtendría una mejor resistencia a compresión de concreto estructural utilizando agua potable?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO N°2</b> Obtener una mejor resistencia a compresión de concreto estructural utilizando agua potable por medio de un volumen pre calculado.	<b>HIPOTESIS SECUNDARIO N°2</b> El volumen pre calculado obtendrá una mejor resistencia a compresión de concreto estructural utilizando agua potable.	<b>V. INDEPENDIENTE</b> Volumen pre calculado  <b>V. DEPENDENTE</b> Resistencia a compresión	-Volumen.  - Esfuerzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• l/m<sup>3</sup></li> <li>• kg/cm<sup>2</sup></li> </ul>	<b>POBLACIÓN:</b> Aguas subterráneas y potables de la ciudad de Juliaca.  <b>MUESTRA:</b> Probetas elaboradas con agua subterránea y agua potable de la ciudad de Juliaca.
<b>PROBLEMA SECUNDARIO N°3</b> ¿Con un análisis químico se lograría una adecuada información técnica de los límites máximos permisibles para verificar si se afecta la resistencia a compresión utilizando agua potable y subterránea?	<b>OBJETIVO SECUNDARIO N°3</b> Lograr una adecuada Información técnica de los límites máximos permisibles para verificar si se afecta la resistencia a compresión del concreto utilizando agua potable y subterránea en razón a un análisis químico.	<b>HIPOTESIS SECUNDARIO N°3</b> Un análisis químico lograra una adecuada información técnica de los límites máximos permisibles para verificar si se afecta la resistencia a compresión del concreto utilizando agua potable y subterránea.	<b>V. INDEPENDIENTE</b> Análisis químico del agua  <b>V. DEPENDENTE</b> Información técnica	-Características.  -Norma técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ppm</li> <li>• Parámetros</li> </ul>	<b>TÉCNICAS DE OBTENCIÓN DE DATOS:</b> Observaciones, ensayos de laboratorio, normas,  <b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:</b> uso de software (Excel) y Mini tab

**ANEXO 2: Cuestionario de validez de instrumentos.**

CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS		
TITULO DE INVESTIGACION: "Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural, Juliaca 2021"		
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES: Quilla Cusi Helard Nilton - Quiroz Chambi Edison Adonis		
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO:		
PROFESION:	COLEGIATURA:	

N°	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia usted ha usado fichas de recolección de datos para validación de algún instrumento?					
2	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el método ACI es una buena técnica para realizar el diseño de mezcla?					
3	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el agua con el que se elabora el concreto afecta en la resistencia a compresión del concreto?					
4	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el agua con el que se cura el concreto tiene alguna afección en la resistencia del concreto?					
5	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que se debe realizar un análisis de agua para determinar si influye en la resistencia del concreto?					
6	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que los resultados del ensayo de resistencia a compresión determinan correctamente la resistencia a compresión del concreto de acuerdo con la norma 339.034?					
7	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que las NTP son documentos que establecen un correcto control de calidad de métodos de ensayos, muestreos y procesos?					
8	¿De acuerdo con su experiencia usted utilizo las normas técnicas peruanas (NTP) de concreto y los resultados fueron los esperados?					
9	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el ensayo de asentamiento o SLUM es fundamental para determinar la trabajabilidad del concreto como lo indica en la norma NTP 339.035?					
10	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que se debe realizar mínimo 3 muestras por rotura para determinar la resistencia a compresión?					

1= total desacuerdo 2= en desacuerdo 3= en acuerdo ni desacuerdo 4= de acuerdo 5= totalmente de acuerdo
---

**CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS**

**TITULO DE INVESTIGACION:**  
"Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural, Juliaca 2021"

**APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES:** Quilla Cusi Helard Nilton - Quiroz Chambi Edison Adonis

**APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO:** Butron Quispe, Ricardo

**PROFESION:** Ingeniero Civil **COLEGIATURA:** 93300

		Preguntas				
N°		1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia usted ha usado fichas de recolección de datos para validación de algún instrumento?				X	
2	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el método ACI es una buena técnica para realizar el diseño de mezcla?				X	
3	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el agua con el que se elabora el concreto afecta en la resistencia a compresión del concreto?			X		
4	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el agua con el que se cura el concreto tiene alguna afección en la resistencia del concreto?				X	
5	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que se debe realizar un análisis de agua para determinar si influye en la resistencia del concreto?			X		
6	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que los resultados del ensayo de resistencia a compresión determinan correctamente la resistencia a compresión del concreto de acuerdo con la norma 339.034?				X	
7	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que las NTP son documentos que establecen un correcto control de calidad de métodos de ensayos, muestreos y procesos?			X		
8	¿De acuerdo con su experiencia usted utilizo las normas técnicas peruanas (NTP) de concreto y los resultados fueron los esperados?			X		
9	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el ensayo de asentamiento o SLUM es fundamental para determinar la trabajabilidad del concreto como lo indica en la norma NTP 339.035?				X	
10	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que se debe realizar mínimo 3 muestras por rotura para determinar la resistencia a compresión?				X	

1= total desacuerdo  
 2= en desacuerdo  
 3= en acuerdo ni desacuerdo  
 4= de acuerdo  
 5= totalmente de acuerdo

  
 Ing. Ricardo Butron Quispe  
 CIP- No. 93300  
**FIRMA**

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo.....Butron Quispe, Ricardo.....  
 .....con CIP N° 93.300....., como profesional de ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos y los afectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural, Juliaca 2021”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar la siguiente apreciación en el siguiente cuadro:

CRITERIOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de indicadores		X	
Viabilidad de instrumentos		X	
Confiabilidad de instrumentos			X
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico		X	
Expresa el alcance de la investigación			X
Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible		X	

Juliaca, 25 de Mayo.....del 2021



Ing. Ricardo Butron Quispe  
REGISTRO PROFESIONAL EN INGENIERIA CIVIL  
 CIP N° 93300

FIRMA



CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS	
TITULO DE INVESTIGACION: "Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural, Juliaca 2021"	
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES: Quilla Cusi Helard Nilton - Quiroz Chambi Edison Adonis	
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: <i>Machaca Zavaleta, Miriam Danit</i>	
PROFESION: <i>Ingeniero Civil</i>	COLEGIATURA: <i>209090</i>

N°	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia usted ha usado fichas de recolección de datos para validación de algún instrumento?			X		
2	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el método ACI es una buena técnica para realizar el diseño de mezcla?			X		
3	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el agua con el que se elabora el concreto afecta en la resistencia a compresión del concreto?				X	
4	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el agua con el que se cura el concreto tiene alguna afección en la resistencia del concreto?			X		
5	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que se debe realizar un análisis de agua para determinar si influye en la resistencia del concreto?				X	
6	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que los resultados del ensayo de resistencia a compresión determinan correctamente la resistencia a compresión del concreto de acuerdo con la norma 339.034?				X	
7	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que las NTP son documentos que establecen un correcto control de calidad de métodos de ensayos, muestreos y procesos?				X	
8	¿De acuerdo con su experiencia usted utilizo las normas técnicas peruanas (NTP) de concreto y los resultados fueron los esperados?			X		
9	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el ensayo de asentamiento o SLUM es fundamental para determinar la trabajabilidad del concreto como lo indica en la norma NTP 339.035?			X		
10	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que se debe realizar mínimo 3 muestras por rotura para determinar la resistencia a compresión?				X	

1= total desacuerdo  
 2= en desacuerdo  
 3= en acuerdo ni desacuerdo  
 4= de acuerdo  
 5= totalmente de acuerdo

  
 Miriam D. Machaca Zavaleta  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 209090

\_\_\_\_\_ FIRMA

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo Machaca Zavaleta, Miriam Darit.....  
 .....con CIP N° 209090....., como profesional de ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos y los afectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural, Juliaca 2021”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar la siguiente apreciación en el siguiente cuadro:

CRITERIOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de indicadores		X	
Viabilidad de instrumentos			X
Confiabilidad de instrumentos			X
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico		X	
Expresa el alcance de la investigación			X
Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible		X	

Juliaca, 24 de Mayo.....del 2021



.....  
**Miriam D. Machaca Zavaleta**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 209090

\_\_\_\_\_  
 FIRMA



CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS	
TITULO DE INVESTIGACION: "Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural, Juliaca 2021"	
APellidos Y NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES: Quilla Cusi Helard Nilton - Quiroz Chambi Edison Adonis	
APellidos Y NOMBRES DEL EXPERTO: Ampuero Gonzales, Vladimir Lenin	
PROFESION: Ingeniero Civil	COLEGIATURA: 85840

N°	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia usted ha usado fichas de recolección de datos para validación de algún instrumento?				X	
2	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el método ACI es una buena técnica para realizar el diseño de mezcla?				X	
3	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el agua con el que se elabora el concreto afecta en la resistencia a compresión del concreto?				X	
4	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el agua con el que se cura el concreto tiene alguna afección en la resistencia del concreto?				X	
5	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que se debe realizar un análisis de agua para determinar si influye en la resistencia del concreto?					X
6	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que los resultados del ensayo de resistencia a compresión determinan correctamente la resistencia a compresión del concreto de acuerdo con la norma 339.034?				X	
7	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que las NTP son documentos que establecen un correcto control de calidad de métodos de ensayos, muestreos y procesos?				X	
8	¿De acuerdo con su experiencia usted utilizó las normas técnicas peruanas (NTP) de concreto y los resultados fueron los esperados?				X	
9	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el ensayo de asentamiento o SLUM es fundamental para determinar la trabajabilidad del concreto como lo indica en la norma NTP 339.035?				X	
10	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que se debe realizar mínimo 3 muestras por rotura para determinar la resistencia a compresión?					X

- |                             |
|-----------------------------|
| 1= total desacuerdo         |
| 2= en desacuerdo            |
| 3= en acuerdo ni desacuerdo |
| 4= de acuerdo               |
| 5= totalmente de acuerdo    |



Firma  
INGENIERO CIVIL, C.P. 85840

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo..... Ampuero Gonzales, Vladimir Lenin .....  
 .....con CIP N°..... 85.840....., como profesional de ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos y los afectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural, Juliaca 2021”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar la siguiente apreciación en el siguiente cuadro:

CRITERIOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de indicadores		✓	
Viabilidad de instrumentos		✓	
Confiabilidad de instrumentos			✓
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico		✓	
Expresa el alcance de la investigación			✓
Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible		✓	

Juliaca, 24 de Mayo ..... del 2021




Vladimir L. AMPUERO GONZALES  
 INGENIERO CIVIL CIP 85840

FIRMA



CUESTIONARIO DE VALIDEZ DE INSTRUMENTOS	
TITULO DE INVESTIGACION: "Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural, Juliaca 2021"	
APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS INVESTIGADORES: Quilla Cusi Helard Nilton - Quiroz Chambi Edison Adonis	
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EXPERTO: <u>SERRUCA ROSAS Marco Miguel</u>	
PROFESION: <u>INGENIERO CIVIL</u>	COLEGIATURA: <u>112805</u>

N°	Preguntas	1	2	3	4	5
1	¿En su experiencia usted ha usado fichas de recolección de datos para validación de algún instrumento?			X		
2	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el método ACI es una buena técnica para realizar el diseño de mezcla?				X	
3	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el agua con el que se elabora el concreto afecta en la resistencia a compresión del concreto?				X	
4	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el agua con el que se cura el concreto tiene alguna afección en la resistencia del concreto?				X	
5	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que se debe realizar un análisis de agua para determinar si influye en la resistencia del concreto?				X	
6	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que los resultados del ensayo de resistencia a compresión determinan correctamente la resistencia a compresión del concreto de acuerdo con la norma 339.034?				X	
7	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que las NTP son documentos que establecen un correcto control de calidad de métodos de ensayos, muestreos y procesos?			X		
8	¿De acuerdo con su experiencia usted utilizo las normas técnicas peruanas (NTP) de concreto y los resultados fueron los esperados?			X		
9	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que el ensayo de asentamiento o SLUM es fundamental para determinar la trabajabilidad del concreto como lo indica en la norma NTP 339.035?			X		
10	¿De acuerdo con su experiencia cree usted que se debe realizar mínimo 3 muestras por rotura para determinar la resistencia a compresión?				X	

- |                             |
|-----------------------------|
| 1= total desacuerdo         |
| 2= en desacuerdo            |
| 3= en acuerdo ni desacuerdo |
| 4= de acuerdo               |
| 5= totalmente de acuerdo    |




Marco Miguel Serruca Rosas  
INGENIERO CIVIL  
CIP 112805

FIRMA

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo... MARCO MIGUEL SUCAPUCA ROJAS .....  
 .....con CIP N°.....112805....., como profesional de ingeniería civil, por medio de este presente hago constar que he revisado con fines de validación de instrumentos y los afectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

**“Uso del agua subterránea y agua potable para determinar la resistencia a compresión del concreto estructural, Juliaca 2021”**

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar la siguiente apreciación en el siguiente cuadro:

CRITERIOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	EXCELENTE
Congruencia de indicadores		X	
Viabilidad de instrumentos			X
Confiabilidad de instrumentos		X	
Esta formulado con lenguaje adecuado y específico		X	
Expresa el alcance de la investigación		X	
Contribuye al avance de la ciencia, tecnología y desarrollo sostenible		X	

Juliaca, 25 de MAYO .....del 2021



*Marco Miguel Sucahuca Rojas*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 112805

FIRMA



**ANEXO 3: Panel fotográfico**



<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Tamizado del agregado por la malla N° 4
01		



<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Preparación de las briquetas para la elaboración de muestras.
02		



<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>Elaboración del concreto con los datos de diseño de mezcla.</b>
<b>03</b>		



<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>Prueba de consistencia Slump.</b>
<b>04</b>		

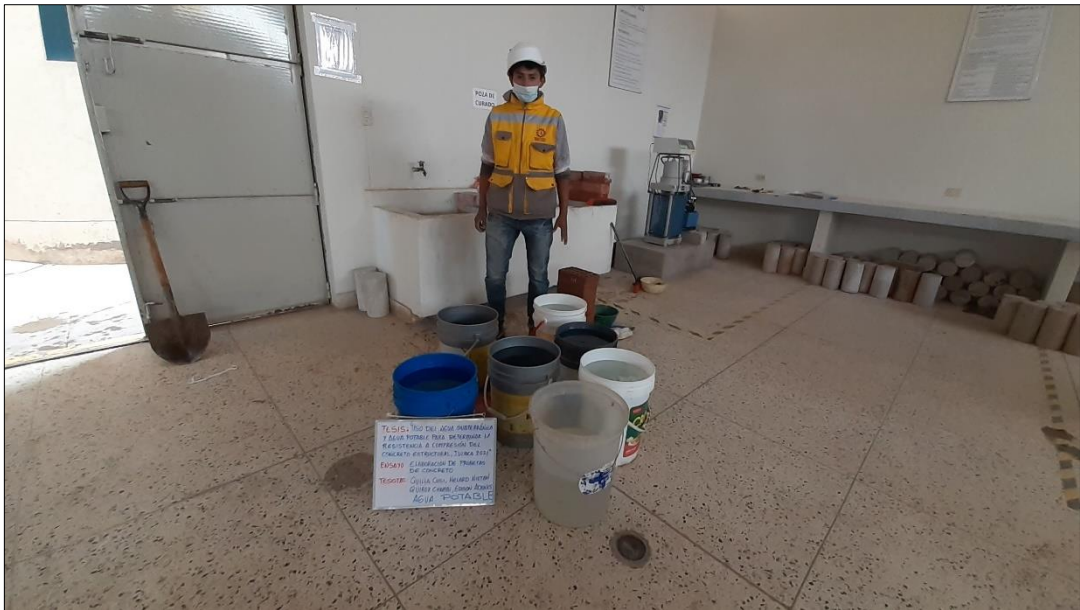




<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Elaboración de muestras cilíndricas con diferentes tipos de agua (agua subterránea y potable).
05		



<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Acabado y etiquetado de las muestras cilíndricas de concreto.
06		



<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Agua subterránea para la elaboración y curado del concreto.
<b>07</b>		



<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Desmolde de las briquetas de concreto.
<b>08</b>		





<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Etiquetado de las muestras cilíndricas de concreto.
09		



<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Curado de las muestras cilíndricas de concreto.
10		



<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Poza de curado de las muestras cilíndricas de concreto.
11		



<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Rotura de las muestras cilíndricas de concreto elaboradas con diferentes tipos de agua (subterránea y potable).
12		





<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Rotura de las muestras cilíndricas de concreto elaboradas con diferentes tipos de agua (subterránea y potable).
13		



<b>FOTOGRAFIA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	Laboratorio para el análisis de agua potable y subterránea,
14		

**ANEXO 4:** Resultado de fallas de las muestras de concreto a los 7 días de curado.

CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE		CONCRETO ELABORADO CON AGUA SUBTERRÁNEA	
IMAGEN	TIPO DE FALLA (NTP 339.034)	IMAGEN	TIPO DE FALLA (NTP 339.034)
	Falla tipo 5: fracturas de lado en la base superior.		Falla tipo 5: fracturas de lado en la base superior.
	Falla tipo 5: fracturas de lado en la base superior.		Falla tipo 6: fracturas de lado en la base superior.
	Falla tipo 5: fracturas de lado en la base inferior.		Falla tipo 6: fracturas de lado en la base superior.
	Falla tipo 5: fracturas de lado en la base superior.		Falla tipo 5: fracturas de lado en la base superior.



**ANEXO 5:** Resultado de fallas de las muestras de concreto a los 14 días de curado.

CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE		CONCRETO ELABORADO CON AGUA SUBTERRÁNEA	
IMAGEN	TIPO DE FALLA (NTP 339.034)	IMAGEN	TIPO DE FALLA (NTP 339.034)
	Falla tipo 2: llamado cono y herradora formados en un extremo, fisuras verticales.		Falla tipo 3: fractura columnar fisuras verticales en ambas bases.
	Falla tipo 5: fracturas de lado en la base superior.		Falla tipo 2: llamado cono y herradora formados en un extremo, fisuras verticales.
	Falla tipo 5: fracturas de lado en la base superior.		Falla tipo 5: fracturas de lado en la base inferior.
	Falla tipo 5: fracturas de lado en la base superior.		Falla tipo 4: fractura diagonal sin grietas en las bases.

**ANEXO 6:** Resultado de fallas de las muestras de concreto a los 28 días de curado.

<b>CONCRETO ELABORADO CON AGUA POTABLE</b>		<b>CONCRETO ELABORADO CON AGUA SUBTERRÁNEA</b>	
<b>IMAGEN</b>	<b>TIPO DE FALLA (NTP 339.034)</b>	<b>IMAGEN</b>	<b>TIPO DE FALLA (NTP 339.034)</b>
	Falla tipo 2: llamado cono y herradora formados en un extremo, fisuras verticales.		Falla tipo 3: fractura columnar fisuras verticales en ambas bases.
	Falla tipo 6: fracturas de lado en la base superior.		Falla tipo 3: fractura columnar fisuras verticales en ambas bases.
	Falla tipo 2: llamado cono y herradora formados en un extremo, fisuras verticales.		Falla tipo 2: llamado cono y herradora formados en un extremo, fisuras verticales.
	Falla tipo 2: llamado cono y herradora formados en un extremo, fisuras verticales.		Falla tipo 2: llamado cono y herradora formados en un extremo, fisuras verticales.

## ANEXO 7: Certificado de análisis químico del agua potable y subterránea.



PERÚ

Ministerio  
de Desarrollo Agrario  
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

### CERTIFICADO DE ANALISIS

PROYECTO : Uso del agua subterránea y agua potable para Determinar la resistencia a compresión del concreto estructural, Juliaca -2021.  
 SOLICITANTE : Edison Adonis Quiroz Chambi  
 PROCEDENCIA : Provincia San Román Dist Juliaca Urbanización San Francisco I.  
 TIPO DE ANALISIS : Sulfatos, Cloruros Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, pH.  
 N° DE ANALISIS : 01.  
 FUENTE/MUESTRA : Agua.  
 PROGRESIVA :  
 COORDENADAS :  
 FECHA DE MUESTREO :  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 09 de Abril del 2021.  
 FECHA DE CERTIFICACIÓN : 14 de Abril del 2021.

N°	Clave Usuario	Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/L	Cloruros (Cl <sup>-</sup> ) mg/L	C.E. mmhos/cm 25°C	pH	STD
01	Urb. San Francisco I (agua potable)	56.03	191.48	2.46	7.819	1.76 gr/L
02	Urb. Néstor Cáceres V. (agua subterránea)	45.02	35.46	0.657	7.582	362.00 mr/L
03						
04						
05						

#### Métodos utilizados en el Laboratorio:

1. Lectura de Sulfato Espectrofotómetro 21 (Precipitación con Cloruro de Bario).
2. Lectura de Cloruros. Valoración con Nitrato de Plata.
3. Reacción Potenciómetro y/o Peachimetro de doble electrodo
4. Conductómetro C.E.
5. Sales Totales Disueltas Conductómetro

#### Conclusiones:

Las muestra analizada CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales (Métodos utilizados).

#### Nota:

Cualquier corrección y/o enmendadura anula el presente documento. El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo.

#### Validez del Certificado:

El presente Certificado es válido, si permanece en el papel original. El documento en su papel original tendrá validez por el periodo de noventa (90) días calendarios a partir de la fecha de emisión.



INIA  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing° JORGE GANIHUA ROJAS  
Jefe Laboratorio Análisis  
SALCEDO

La Rinconada Salcedo S/N°-Puno  
T: (051) 363 812  
www.inia.gob.pe  
www.minagri.gob.pe



BICENTENARIO  
PERÚ 2021



**ANEXO 8: Certificado de laboratorio de contenido de humedad y peso unitario.**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS  
 CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS** : "USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y AGUA POTABLE PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, JULIACA 2021"  
**SOLICITANTE** : BACH. QUILLA CUSI, Helard Nilton - QUIROZ CHAMBI, Edison Adonis  
**CANTERA** : UNOCOLLA  
**UBICACIÓN** : JULIACA  
**FECHA** : 26 de abril del 2021

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

A. FINO	
P.T. M. HUM	361.89
P.T.M. SECA	352.11
P.TARRO	51.22
P AGUA	9.78
P.S.SECO	300.89
% HUMEDAD	3.25

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	390.51
P.T.M. SECA	383.30
P.TARRO	51.56
P AGUA	7.21
P.S.SECO	331.74
% HUMEDAD	2.17

**PESOS UNITARIOS**

**AGREGADO FINO**

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9500	5925	2081	1718
9511	5925	2081	1723
9515	5925	2081	1725
			1722

**AGREGADO GRUESO**

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12868	7935	3242	1522
12880	7935	3242	1525
12886	7935	3242	1527
			1525

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9761	5925	2081	1843
9773	5925	2081	1849
9775	5925	2081	1850
			1847

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
13295	7935	3242	1653
13310	7935	3242	1658
13291	7935	3242	1652
			1654

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADAS POR LOS TESISISTAS EN LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
 Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 62794

**ANEXO 9:** Certificado de laboratorio, análisis granulométrico del agregado grueso.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

NORMA: ASTM C 33

**TESIS** : "USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y AGUA POTABLE PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, JULIACA 2021"

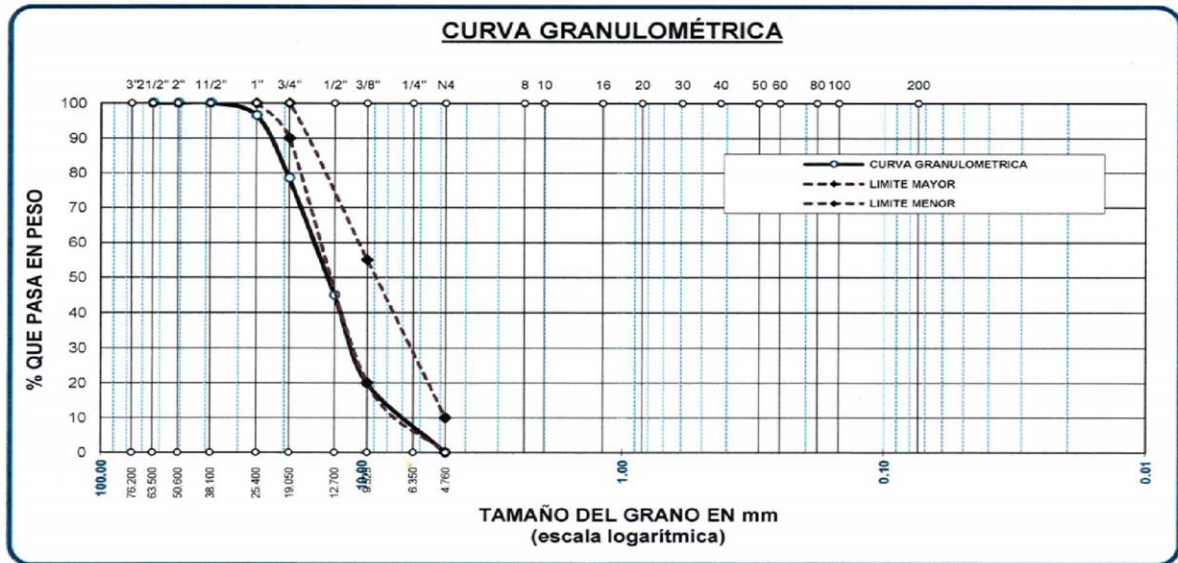
**BACHILLER** : BACH. QUILLA CUSI, Helard Nilton - QUIROZ CHAMBI, Edison Adonis

**CANTERA** : UNOCOLLA


**LUGAR** : JULIACA

**FECHA** : 26 de abril del 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4 " OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	125.00	3.57	3.57	96.43	20 - 55 %	
3/4"	19.050	629.00	17.97	21.54	78.46		
1/2"	12.700	1174.00	33.54	55.09	44.91		
3/8"	9.525	875.00	25.00	80.09	19.91		
1/4"	6.350					0 - 10 %	
No4	4.760	697.00	19.91	100.00	0.00		
BASE		0.00	0.00	100.0	0.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

  
 UANOV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 JULIACA  
 Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 62794



**ANEXO 10: Certificado de laboratorio, análisis granulométrico del agregado fino.**



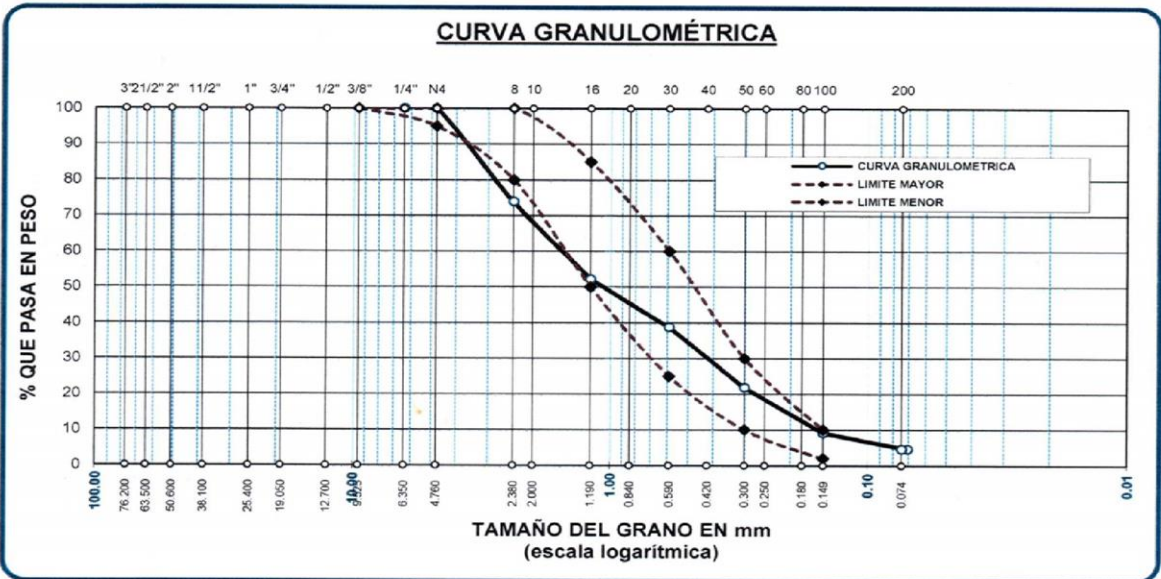
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 NORMA: ASTM C 33

**TESIS** : "USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y AGUA POTABLE PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, JULIACA 2021"  
**SOLICITANTE** : BACH. QUILLA CUSI, Helard Nilton - QUIROZ CHAMBI, Edison Adonis  
**CANTERA** : UNOCOLLA  
**LUGAR** : JULIACA  
**FECHA** : 26 de abril del 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 3.04
No8	2.380	130.85	26.17	26.17	73.83		
No10	2.000						
No16	1.190	108.33	21.67	47.84	52.16	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	67.12	13.42	61.26	38.74	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	84.80	16.96	78.22	21.78	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	63.23	12.65	90.87	9.13	2-10%	
No200	0.074	22.75	4.55	95.42	4.58		
<b>BASE TOTAL</b>		500.00	100.00	100	0.00		
<b>% PERDIDA</b>			4.58				



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

  
 UANCV - FIGP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 62794



# ANEXO 11: Certificado de laboratorio, análisis propiedades de AF y AG.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**TESIS** : "USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y AGUA POTABLE PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, JULIACA 2021"  
**SOLICITANTE** : BACH. QUILLA CUSI, Helard Nilton - QUIROZ CHAMBI, Edison Adonis  
**CANTERA** : UNOCOLLA  
**LUGAR** : JULIACA  
**FECHA** : 26 de abril del 2021

## ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

### ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>487.50</u>
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	130.85	26.17	26.17	73.83	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1310.11</u>
N° 16	108.33	21.67	47.84	52.16	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1614.10</u>
N° 30	67.12	13.42	61.26	38.74	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	84.80	16.96	78.22	21.78	Wc+B =	<u>1810</u> Wc+B-W = <u>196</u>
N° 100	63.23	12.65	90.87	9.13	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{500.00}{1614.10 - 1310.11} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	22.75	4.55	95.42	4.58	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	22.92	4.58	100.00	0.00	B =	<u>500.00</u> B-A = <u>12.50</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{12.50 \times 100}{500.00} = 2.56 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
<b>Mf = MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>3.04</b>	

### PIEDRA GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>790.65</u>
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	125	3.57	3.57	96.43	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1310.11</u>
3/4"	629	17.97	21.54	78.46	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1795.52</u>
1/2"	1174	33.54	55.09	44.91	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	875	25.00	80.09	19.91	Wc+B =	<u>2110</u> Wc+B-W = <u>315</u>
1/4"					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = \frac{800.00}{1795.52 - 1310.11} = 2.54 \text{ gr/cm}^3$
N° 4	697	19.91	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>9.35</u>
SUMA	3500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{9.35 \times 100}{800.00} = 1.18 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

  
 UANCY - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mgr. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 82794

## ANEXO 12: Certificado de laboratorio, diseño de mezclas.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### DISEÑO DE MEZCLA $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$

**TESIS** : "USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y AGUA POTABLE PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, JULIACA 2021"  
**BACHILLER** : QUILLA CUSI, Helard Nilton - QUIROZ CHAMBI, Edison Adonis  
**CANTERA** : UNOCOLLA  
**UBICACIÓN** : JULIACA  
**FECHA** : 26 de abril del 2021

#### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión  $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$  a los 28 días  
entonces la resistencia promedio  $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: **3/4"** (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

#### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO PIEDRA GRAVA	AGREGADO FINO ARENA
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.54	2.55
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1654	1847
P.U. Suelto	1525	1722
% de Absorción	1.18	2.56
% de Humedad Natural	2.17	3.25
Modulo de Fineza	-	3.04

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal 3/4" (19.05mm)
- 3, Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m<sup>3</sup>
- 4, Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.55**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$( 205 \text{ Lt/m}^3 ) / ( 0.55 ) = 373 \text{ Kg/m}^3$$



UANCV - FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
CIP 62794

7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.04 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1654 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.596 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.596) * (1654) = 986 \text{ Kg/m}^3$$

8. Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volúmen absoluto de agua	= ( 205 ) / ( 1000 )	= 0.205
Volúmen absoluto de cemento	= ( 373 ) / ( 2.85 * 1000 )	= 0.131
Volúmen absoluto de agregado grueso	= ( 986 ) / ( 2.54 * 1000 )	= 0.388
Volúmen de aire atrapado	= ( 2.0 ) / ( 100 )	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.744

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = ( 1.000 - 0.744 ) = 0.256 m<sup>3</sup>

$$(0.256) * (2.55) * 1000 = 654 \text{ Kg/m}^3$$

9. De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo ( 986 ) \* ( 1.021734 ) = 1007 Kg.  
 Agregado Fino húmedo ( 654 ) \* ( 1.0325 ) = 676 Kg.

10. El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 986 * \left( \frac{2.17 - 1.18}{100} \right) - 654 \left( \frac{3.25 - 2.56}{100} \right) = 191$$

**DOSIFICACIÓN**

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	373	1.00	373	1.00
Agua	205	0.55	191	0.51
Agreg. Grueso	986	2.65	1007	2.70
Agreg. Fino	654	1.76	676	1.81
Aire	2.0 %		2.0 %	

**8.77 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO**

**DOSIFICACIÓN POR PESO:**

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	77.03 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	114.87 Kg.
Agua efectiva	:	21.75 Kg.

  
 UANCV - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
  
 Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 62794



**DOSIFICACIÓN POR TANDAS:**

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

<b>1.0</b> Bolsa de Cemento:	Redondeo
- <b>1.58</b> p3 de Arena	<b>1.6</b> p3 de Arena
- <b>2.66</b> p3 de Grava	<b>2.7</b> p3 de Grava
- <b>22</b> Lt de Agua	<b>22</b> Lt de Agua

**RECOMENDACIONES**

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

**NOTA:**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCV - FICP  
CAP INGENIERÍA CIVIL  
Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
CIP 62794

**ANEXO 13: Certificado de laboratorio, ensayo a compresión (muestras elaboradas con agua subterránea)**



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

NTP 339.034

**PROYECTO** : "USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y AGUA POTABLE PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, JULIACA 2021"  
**SOLICITANTE** : BACH. QUILLA CUSI, Helard Nilton - QUIROZ CHAMBI, Edison Adonis  
**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V - JULIACA.  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2021

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	φ	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.84 x 30.0 cm	37480.00	14.84	172.96	216.70	210	27/04/2021	04/05/2021	7	103.19%
	M-1 / AGUA SUBTERRANEA									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm	32830.00	14.95	175.54	187.02	210	27/04/2021	04/05/2021	7	89.06%
	M-2 / AGUA SUBTERRANEA									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.87 x 30.0 cm	34520.00	14.87	173.66	198.78	210	27/04/2021	04/05/2021	7	94.66%
	M-3 / AGUA SUBTERRANEA									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.88 x 30.0 cm	33890.00	14.88	173.9	194.88	210	27/04/2021	04/05/2021	7	92.80%
	M-4 / AGUA SUBTERRANEA									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.88 x 30.0 cm	41670.00	14.88	173.9	239.62	210	27/04/2021	11/05/2021	14	114.10%
	M-5 / AGUA SUBTERRANEA									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.80 x 30.0 cm	37390.00	14.80	172.03	217.35	210	27/04/2021	11/05/2021	14	103.50%
	M-6 / AGUA SUBTERRANEA									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.88 x 30.0 cm	38960.00	14.88	173.9	224.04	210	27/04/2021	11/05/2021	14	106.68%
	M-7 / AGUA SUBTERRANEA									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.87 x 30.0 cm	38260.00	14.87	173.66	220.32	210	27/04/2021	11/05/2021	14	104.91%
	M-8 / AGUA SUBTERRANEA									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.0 cm	46710.00	14.92	174.83	267.17	210	27/04/2021	25/05/2021	28	127.23%
	M-9 / AGUA SUBTERRANEA									
10	BRIQUETA DE PRUEBA 14.85 x 30.0 cm	47050.00	14.85	173.2	271.65	210	27/04/2021	25/05/2021	28	129.36%
	M-10 / AGUA SUBTERRANEA									
11	BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.0 cm	46520.00	14.94	175.3	265.37	210	27/04/2021	25/05/2021	28	126.37%
	M-11 / AGUA SUBTERRANEA									
12	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm	47800.00	14.96	175.77	271.95	210	27/04/2021	25/05/2021	28	129.50%
	M-12 / AGUA SUBTERRANEA									

**OBSERVACIONES:**

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCV FICP  
CAP INGENIERIA CIVIL  
Mgtr José Antonio Paredes Vera  
CIP 62794

**ANEXO 14:** Certificado de laboratorio, ensayo a compresión (muestras elaboradas con agua potable).



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
 NTP 339.034

**TESIS** : "USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA Y AGUA POTABLE PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL, JULIACA 2021"  
**BACHILLER** : QUILLA CUSI, Helard Nilton - QUIROZ CHAMBI, Edison Adonis  
**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO U.A.N.C.V - JULIACA.  
**FECHA** : 26 DE MAYO DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.82 x 30.0 cm	35510.00	14.82	172.5	205.86	210	27/04/2021	04/05/2021	7	98.03%
	M-1 / AGUA POTABLE									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.0 cm	35800.00	14.90	174.37	205.31	210	27/04/2021	04/05/2021	7	97.77%
	M-2 / AGUA POTABLE									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.87 x 30.0 cm	35540.00	14.87	173.66	204.65	210	27/04/2021	04/05/2021	7	97.45%
	M-3 / AGUA POTABLE									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.88 x 30.0 cm	35820.00	14.88	173.9	205.98	210	27/04/2021	04/05/2021	7	98.09%
	M-4 / AGUA POTABLE									

5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.82 x 30.0 cm	45960.00	14.82	172.5	266.43	210	27/04/2021	11/05/2021	14	126.87%
	M-5 / AGUA POTABLE									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.84 x 30.0 cm	42020.00	14.84	172.96	242.95	210	27/04/2021	11/05/2021	14	115.69%
	M-6 / AGUA POTABLE									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.91 x 30.0 cm	42570.00	14.91	174.6	243.81	210	27/04/2021	11/05/2021	14	116.10%
	M-7 / AGUA POTABLE									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.83 x 30.0 cm	42450.00	14.83	172.73	245.76	210	27/04/2021	11/05/2021	14	117.03%
	M-8 / AGUA POTABLE									

9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.80 x 30.0 cm	48890.00	14.80	172.03	284.19	210	27/04/2021	25/05/2021	28	135.33%
	M-9 / AGUA POTABLE									
10	BRIQUETA DE PRUEBA 14.85 x 30.0 cm	49580.00	14.85	173.2	286.26	210	27/04/2021	25/05/2021	28	136.31%
	M-10 / AGUA POTABLE									
11	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm	50120.00	14.96	175.77	285.15	210	27/04/2021	25/05/2021	28	135.78%
	M-11 / AGUA POTABLE									
12	BRIQUETA DE PRUEBA 14.88 x 30.0 cm	50200.00	14.88	173.9	288.67	210	27/04/2021	25/05/2021	28	137.46%
	M-12 / AGUA POTABLE									

**OBSERVACIONES:**

1.- LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



UANCY FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Mgtr. José Antonio Paredes Vera  
 CIP 62794

## ANEXO 15: Ficha técnica del cemento para el diseño de mezcla.

### FICHA TÉCNICA



## CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP – ALTA RESISTENCIA

### DESCRIPCIÓN

El Cemento Portland Puzolánico Rumi IP, ALTA RESISTENCIA, es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el Cemento Portland Puzolánico Rumi IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA RESISTENCIA, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

### LA DURABILIDAD

“Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil”.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

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

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

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PLANTA: Carretera Juliaca - Puno Km 11 - Caracoto  
OFICINA COMERCIAL: Av. General Díez Canseco N° 527 - Arequipa  
TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - FAX: (054) 220650  
www.grupogloria.com.pe

TIPO IP – ALTA RESISTENCIA