

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**EFICIENCIA DEL ADITIVO INHIBIDOR EN LA EFLORESCENCIA EN  
PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN CIMENTACIÓN SUPERFICIALES  
PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA COMUNIDAD DE PILLAOMATAO  
EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO CUSCO 2023**

**PRESENTADA POR:**

Br. Juan Victor Vasquez Mamani

Br. Neiser Rodrigo Vega Canazas

**PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**ASESOR:**

Ph. D.Ing. Aida Zapata Mar

**CUSCO – PERÚ**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Eficiencia Del Aditivo Inhibidor en la Eflorescencia en presencia del nivel freático en cimentaciones superficiales para viviendas unifamiliares en la comunidad de Pillamatao en el Distrito de San Jerónimo Cusco 2023

presentado por: JUAN VÍCTOR VASQUEZ MAMANI con DNI Nro.: 47995901

presentado por: NEISER RODRIGO VEGA CANAZAS con DNI Nro.: 74990575

para optar el título profesional/grado académico de: Ingeniero Civil

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 1 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 7%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

| Porcentaje     | Evaluación y Acciones   | Marque con una (X) |
|----------------|---|--------------------|
| Del 1 al 10%   | No se considera plagio.   | X                  |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones.  |                    |
| Mayor a 31%    | El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley. |                    |

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 18 de Abril de 2024

Aida Zapata de Baujio

Firma

Post firma... Ph.D. Ing. AIDA ZAPATA MAR

Nro. de DNI... 46939604

ORCID del Asesor... 0000-0002-5500-0134

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: 27259 : 348213968 ✓

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS.pdf

AUTOR

JUAN VICTOR VASQUEZ MAMANI  
NEISER RODRIGO VEGA CANAZAS

RECUENTO DE PALABRAS

45449 Words

RECUENTO DE CARACTERES

236351 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

255 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.7MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 18, 2024 12:39 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 18, 2024 12:43 PM GMT-5

● 7% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)

## **DEDICATORIA**

Con cariño para mis Padres quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de mí una persona con valores, a mi familia y a mi asesora que nos motivó a seguir mejorando profesionalmente cada día. También a las personas que hicieron lo posible para que yo pudiera lograr mis objetivos, motivándome y apoyándome incondicionalmente

Con especial cariño y agradecido eternamente a mi madre que tiene una misión muy importante con Dios, la persona de la que tendré su apoyo toda mi vida. Con mucho cariño a cada una de mi papá, a cada una de mis tías y tíos que me apoyan y aconsejan sabiamente, a mis abuelitos que fueron los encargados de formar mis valores, a mis hermanos que sin ellos no podría ser quien soy, y a todas las personas detrás que pusieron su granito de arena para que esto sea una realidad y poder superar todos los obstáculos.

## **AGRADECIMIENTOS**

*Con cariño para mis Padres quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de mí una persona con valores, a mi familia y a mi asesora que nos motivó a seguir mejorando profesionalmente me cada día. También a las personas que hicieron lo posible para que yo pudiera lograr mis objetivos, motivándome y apoyándome incondicionalmente.*

*A la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y a la facultad de Ingeniería Civil escuela profesional de ingeniería civil, por ofrecerme una buena enseñanza; a la Ph. D. Aida Zapata Mar Vda. De Camino, que me apoyaron en el desarrollo de esta Tesis, y demás profesores que compartieron sus conocimientos y que contribuyeron a mi formación profesional, mi más sincero reconocimiento y profundan gratitud.*

*A mis Compañeros, que han estado a mi lado dándome confianza y apoyo incondicional para seguir adelante y cumplir otra etapa en mi vida.*

*A los pobladores de la comunidad de Pillao Matao, por su paciencia, tolerancia y contribución brindándonos la información requerida y solicitada para los objetivos propuestos.*

## RESUMEN

Para abordar el tema de investigación que se presenta se hizo una indagación previa sobre la realidad problemática que existía en cimentaciones superficiales de las viviendas de la comunidad de Pillao Matao, por tener la mayor concentración de salitre en porcentaje a comparación de lugares de la misma ciudad debido a la cantidad de sales en el nivel freático.

Este problema se agrava aún más viendo que por falta de conocimiento y acción afecta a instituciones y edificaciones del distrito pero que la mayor cantidad de afectados son las viviendas unifamiliares durante y después del proceso constructivo de la cimentación de sus viviendas que son autoconstruidas sin un estudio técnico adecuado que permita ver estos problemas antes, así como una falta de dirección técnica.

Para intentar mitigar este problema se ha intentado hacerla menos visible por distintos métodos, de los cuales ninguno de ellos es efectivo y que aun logrando disminuirla en algunos meses, este problema vuelve y se hace visible con manchas en las cimentaciones y las paredes de las viviendas. Por ello existe una situación preocupante por parte de los pobladores de la comunidad ya que estas se hacen cada vez más abundantes y evidentes, lo cual afecta directamente en el área de cimentación efectiva puesto que se manifiesta con grietas y desprendimientos del propio concreto de cimentación.

La finalidad de estudiar este problema es lograr una base que permita a las nuevas construcciones que no se vean con este tipo de problemas que aquejan a los pobladores desde hace mucho. Aunque existen cementos que están diseñados para ello, esto no es accesible en la zona y menos económicamente para su uso por la cantidad que esto implicaría y el personal técnico.

Se tuvo como base principios que se aplican en las peceras y componentes que sirvieran para inhibir la aparición de salitre en las cimentaciones, realizando varias pruebas con distintos componentes se encontró uno el cual debía ser probado en campo y con el salitre de la zona para verificar si funcionaba o no.

Se hizo estudios en la zona y en laboratorio junto con las normas para verificar la adecuada realización de prueba en briquetas que nos permita estudiar cómo afecta el aditivo en el concreto, así como lo principal en la capilaridad del agua.

**Palabras clave:** cimentaciones superficiales, eficiencia del aditivo inhibidor, eflorescencia, resistencia a compresión, resistencia a flexión, capilaridad, tubos capilares, nivel freático, concentración de salitre.

## ABSTRAC

To address the research topic presented, a prior investigation was carried out on the problematic reality that existed in the superficial foundations of the homes in the community of Pillao Matao, due to having the highest concentration of saltpeter in percentage compared to places in the same city due to the amount of salts in the water table.

This problem is further aggravated by seeing that due to lack of knowledge and action it affects institutions and buildings in the district but that the largest number of those affected are single-family homes during and after the construction process of the foundation of their homes that are self-built without a study. adequate technician that allows these problems to be seen earlier, as well as a lack of technical direction.

To try to mitigate this problem, attempts have been made to make it less visible using different methods, none of which are effective and even managing to reduce it in a few months, this problem returns and becomes visible with stains on the foundations and walls of the homes. . For this reason, there is a worrying situation on the part of the residents of the community since these are becoming more and more abundant and evident, which directly affects the effective foundation area since it manifests itself with cracks and detachments of the foundation concrete itself.

The purpose of studying this problem is to achieve a basis that allows new constructions to avoid these types of problems that have plagued residents for a long time. Although there are cements that are designed for this, this is not accessible in the area and even less so economically for its use due to the amount that this would involve and the technical personnel.

The basis was based on principles that are applied in fish tanks and components that served to inhibit the appearance of saltpeter in the foundations, carrying out several tests with different components, one was found which had to be tested in the field and with the saltpeter in the area to verify whether it worked or not.

Studies were carried out in the area and in the laboratory along with the standards to verify the proper conduct of testing on briquettes that allows us to study how the additive affects the concrete, as well as the main thing in the capillarity of the water.

**Keywords:** shallow foundations, inhibitory additive efficiency, efflorescence, compressive strength, flexural strength, capillarity, capillary tubes, water table, saltpeter concentration.

## ÍNDICE GENERAL

|  |   |
|--|---|
| DEDICATORIA.....                       | 1 |
| AGRADECIMIENTOS.....                   | 1 |
| RESUMEN.....                           | 3 |
| ABSTRAC .....                          | 4 |
| INDICE GENERAL.....                    | 5 |
| INDICE DE TABLAS .....                 | 3 |
| INDICE DE FIGURAS.....                 | 8 |
| 1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....       | 3 |
| 1.1 Planteamiento del problema .....   | 3 |
| 1.2 Formulación de problemas .....     | 5 |
| 1.2.1 Problema General .....           | 5 |
| 1.2.2 Problemas Específicos.....       | 5 |
| 1.3 Justificación .....                | 6 |
| 1.3.1 Relevancia social.....           | 6 |
| 1.3.2 Implicancias prácticas.....      | 6 |
| 1.3.3 Valor teórico.....               | 6 |
| 1.3.4 Utilidad metodológica .....      | 7 |
| 1.4 Objetivos de la investigación..... | 7 |
| 1.4.1 Objetivo general .....           | 7 |
| 1.4.2 Objetivo Específico .....        | 7 |
| 1.5 Delimitación de estudio .....      | 8 |
| 1.5.1 Delimitación espacial. ....      | 8 |
| 1.5.2 Delimitación temporal.....       | 8 |
| 2 MARCO TEÓRICO.....                   | 8 |

|   |    |
|---|----|
|   | 6  |
| 2.1 Antecedentes de estudio .....                                 | 8  |
| 2.1.1 Antecedentes Internacionales .....                          | 8  |
| 2.1.2 Antecedentes Nacionales .....                               | 10 |
| 2.1.3 Antecedentes locales .....                                  | 11 |
| 2.2 Bases teóricas .....  | 12 |
| 2.2.1 Definición Conceptual.....                                  | 12 |
| 2.2.2 Definición Operacional.....                                 | 22 |
| 2.3 Hipótesis .....   | 49 |
| 2.3.1 Hipótesis general .....                                     | 49 |
| 2.3.2 Hipótesis específicas.....                                  | 49 |
| 3 METODOLOGÍA .....   | 49 |
| 3.1 Metodología de la investigación.....                          | 49 |
| 3.1.1 Ámbito de estudio: localización política y geográfica ..... | 49 |
| 3.1.2 Accesibilidad .....   | 51 |
| 3.1.3 Tipo y nivel de investigación.....                          | 51 |
| 3.1.4 Enfoque de la investigación.....                            | 52 |
| 3.2 Unidad de análisis .....                                      | 54 |
| 3.2.1 Método de investigación.....                                | 61 |
| 3.3 Diseño de la investigación.....                               | 61 |
| 3.3.1 Diseño metodológico .....                                   | 61 |
| 3.3.2 Diseño de ingeniería .....                                  | 62 |
| 3.4 Población y Muestra.....                                      | 63 |
| 3.4.1 Población .....   | 63 |

|  |     |
|--|-----|
|  | 7   |
| 3.5 Tamaño de muestra .....  | 63  |
| 3.5.1 Muestra .....  | 64  |
| 3.5.2 Criterios de inclusión.....  | 65  |
| 3.6 Instrumentos .....   | 66  |
| 3.6.1 Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos..... | 66  |
| 3.6.2 Ensayo de capilaridad (UNE-EN 1925:1999) .....                         | 72  |
| 3.6.3 Ensayo de OLLA WASHINGTON (ASTM C231) .....                            | 73  |
| 3.6.4 RECOLECCIÓN DE DATOS ENSAYO DE CAMPO.....                              | 73  |
| 3.6.5 LABORATORIO DE GRANULOMETRIA (NTP 400.012) .....                       | 75  |
| 3.6.6 ANÁLISIS DE PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO .....                        | 83  |
| 3.6.7 ANÁLISIS DE PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO .....                      | 90  |
| 3.6.8 ANÁLISIS DE LA SUCCIÓN CAPILAR EN HORMIGONES - (NTP<br>339.232.2010)97 |     |
| 3.6.9 Contenido de Aire – Olla Washington (Norma MTC E-706) .....            | 115 |
| 4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS. ....  | 197 |
| 4.1 RESUMEN DE LAS PROPIEDADES .....   | 197 |
| 4.2 DISEÑO DE MEZCLAS .....  | 198 |
| 4.2.1 PASOS PARA EL CÁLCULO DE DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO<br>ACI 211            | 198 |
| 4.3 DISCUSIÓN.....   | 212 |
| 4.3.1 Contraste de resultados con referentes al Marco Teórico.....           | 212 |
| 4.3.2 Interpretación de resultados encontrados en la investigación.....      | 212 |
| 5 GLOSARIO .....   | 218 |

|   |     |
|---|-----|
|   | 8   |
| 6 CONCLUSIONES .....  | 223 |
| 7 RECOMENDACIONES .....   | 223 |
| 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 227 |
| 9 ANEXOS .....  | 231 |
| 9.1 MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....                                 | 231 |
| 9.2 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....   | 234 |
| 9.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....                                      | 236 |
| 9.4 RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNA VIGA SIMPLE DE HORMIGÓN<br>CON CARGA CENTRAL ..... | 237 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Tamaño de la muestra de agregado</i> .....  | 27 |
| Tabla 2 <i>Resultados de resistencia a la comprensión a edad de 7.14.28 días</i> .....                               | 37 |
| Tabla 3 <i>Resultados de la absorción del concreto patrón y variantes</i> .....                                      | 38 |
| Tabla 4 <i>Ensayos de permeabilidad</i> .....  | 39 |
| Tabla 5 <i>Ensayos de absorción</i> .....  | 40 |
| Tabla 6 <i>Resultados del ensayo de absorción</i> .....  | 61 |
| Tabla 7 <i>Contenido de Humedad de Agregados Finos (NTP 339.185)</i> .....   | 66 |
| Tabla 8 <i>Contenido de Humedad de Agregados Gruesos (NTP 339.185)</i> .....   | 66 |
| Tabla 9 <i>Laboratorio de Peso Unitario, Peso Unitario Compactado Del Agregado Fino (PUC) (NTP 400.017)</i> .....    | 67 |
| Tabla 10 <i>Laboratorio de Peso Unitario, Peso Unitario Compactado Del Agregado Grueso (PUC) (NTP 400.017)</i> ..... | 67 |
| Tabla 11 <i>Peso Específico Del Agregado Fino (NTP 400.021)</i> .....  | 68 |
| Tabla 12 <i>Peso Específico Y Absorción De Agregado Grueso (NTP 400.021)</i> .....                                   | 68 |
| Tabla 13 <i>Granulometría De Agregado Grueso (NTP 400.012)</i> .....   | 69 |
| Tabla 14 <i>Granulometría De Agregado Grueso (NTP 400.012)</i> .....   | 70 |
| Tabla 15 <i>Formato de ensayo de capilaridad</i> .....   | 72 |
| Tabla 16 <i>formato de recolección de datos Olla Washington (ASTM C231)</i> .....                                    | 73 |
| Tabla 17 <i>Ficha de paciente con lesión leve</i> .....  | 74 |
| Tabla 18 <i>Ficha de paciente con lesión grave</i> .....   | 74 |
| Tabla 19 <i>Peso específico y absorción de agregado fino</i> .....   | 77 |
| Tabla 20 <i>Peso específico y absorción de agregado grueso</i> .....   | 81 |
| Tabla 21 <i>contenido de humedad de los agregados (finos)</i> .....  | 85 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 22 <i>contenido de humedad de los agregados (gruesos)</i> .....                        | 86  |
| Tabla 23 <i>peso unitario compactado del agregado fino (PUC)</i> .....                       | 88  |
| Tabla 24 <i>Peso específico y absorción de agregado fino</i> .....                           | 89  |
| Tabla 25 <i>Análisis de datos de Contenido de humedad de agregado grueso</i> .....           | 92  |
| Tabla 26 <i>peso unitario compactado del agregado grueso (PUC)</i> .....                     | 95  |
| Tabla 27 <i>peso unitario compactado del agregado grueso (PUC)</i> .....                     | 96  |
| Tabla 28 <i>Ensayo de capilaridad sin aditivo</i> .....                                      | 98  |
| Tabla 29 <i>Datos para hallar área capilar. (sin aditivo)</i> .....                          | 99  |
| Tabla 30 <i>Hallando la capilaridad en función al área capilar. (sin aditivo)</i> .....      | 99  |
| Tabla 31 <i>Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión. (sin aditivo)</i> ..... | 99  |
| Tabla 32 <i>Ensayo de capilaridad sin aditivo (sin aditivo)</i> .....                        | 99  |
| Tabla 33 <i>Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (sin aditivo)</i> .....  | 100 |
| Tabla 34 <i>Ensayo de capilaridad sin aditivo (sin aditivo)</i> .....                        | 100 |
| Tabla 35 <i>Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (sin aditivo)</i> .....  | 101 |
| Tabla 36 <i>Ensayo de capilaridad sin aditivo (sin aditivo)</i> .....                        | 101 |
| Tabla 37 <i>Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (sin aditivo)</i> .....  | 102 |
| Tabla 38 <i>Ensayo de capilaridad sin aditivo (sin aditivo)</i> .....                        | 102 |
| Tabla 39 <i>Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión. (sin aditivo)</i> ...   | 103 |
| Tabla 40 <i>Ensayo de capilaridad sin aditivo (sin aditivo)</i> .....                        | 104 |
| Tabla 41 <i>Ensayo de capilaridad, datos promedios de la muestra sin aditivo</i> .....       | 105 |
| Tabla 42 <i>Ensayo de capilaridad sin aditivo</i> .....                                      | 106 |
| Tabla 43 <i>Datos para hallar área capilar (con aditivo)</i> .....                           | 107 |
| Tabla 44 <i>Ensayo de capilaridad con aditivo (muestra #1)</i> .....                         | 107 |
| Tabla 45 <i>Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (con aditivo)</i> ....   | 107 |
| Tabla 46 <i>Ensayo de capilaridad sin aditivo (con aditivo)</i> .....                        | 108 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 47 <i>Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo</i>                             | 108 |
| Tabla 48 <i>Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (con aditivo). ..</i>                          | 108 |
| Tabla 49 <i>Ensayo de capilaridad sin aditivo (con aditivo) .....</i>  | 109 |
| Tabla 50 <i>Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (con aditivo)</i>                              | 110 |
| Tabla 51 <i>Ensayo de capilaridad sin aditivo (con aditivo) .....</i>  | 110 |
| Tabla 52 <i>Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (con aditivo)</i>                              | 111 |
| Tabla 53 <i>Ensayo de capilaridad con aditivo (con aditivo) .....</i>  | 111 |
| Tabla 54 <i>Ensayo de capilaridad con aditivo (muestra #5) .....</i>   | 112 |
| Tabla 55 <i>Ensayo de capilaridad, datos promedios de la muestra sin aditivo.....</i>                              | 113 |
| Tabla 56 <i>Precipitaciones mensuales en la zona.....</i>  | 118 |
| Tabla 57 <i>Estratigrafía del suelo correspondiente al mes de Julio.....</i>                                       | 123 |
| Tabla 58 <i>Estratigrafía del suelo, mes de diciembre .....</i>  | 124 |
| Tabla 59 <i>Valores permisibles para el agua.....</i>  | 128 |
| Tabla 60 <i>Resumen de muestra recogidas .....</i>   | 129 |
| Tabla 61 <i>Análisis químico del agua en la comunidad de Pillao Matao, Julio 2023.</i>                             | 130 |
| Tabla 62 <i>Áreas en contradas en el primer día de salida a campo.....</i>   | 136 |
| Tabla 63 <i>Áreas en contradas en el segundo día de salida a campo. ....</i>                                       | 137 |
| Tabla 64 <i>Áreas en contradas en el tercer día de salida a campo. ....</i>  | 138 |
| Tabla 65 <i>Áreas en la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao.....</i>   | 140 |
| Tabla 66 <i>Resumen de las características de la humedad.....</i>  | 141 |
| Tabla 67 <i>Tabla de las características de la efluorescencia en el primer día de salida a campo: Color .....</i>  | 142 |
| Tabla 68 <i>Tabla de las características de la efluorescencia en el segundo día de salida a campo: Color .....</i> | 143 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 69 <i>Tabla de las características de la eflorescencia en el tercer día de salida a campo: Color</i> .....          | 144 |
| Tabla 70 <i>Tabla de las características de la eflorescencia en la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao: Color</i> ..... | 145 |
| Tabla 71 <i>Tabla resumen de las características de la eflorescencia: Color</i> .....                                     | 146 |
| Tabla 72 <i>Tabla de las características de la eflorescencia: Textura</i> .....   | 147 |
| Tabla 73 <i>Tabla de las características de la eflorescencia: Textura</i> .....   | 148 |
| Tabla 74 <i>Tabla de las características de la eflorescencia: Textura</i> .....   | 149 |
| Tabla 75 <i>Tabla de las características de la eflorescencia: Textura</i> .....   | 149 |
| Tabla 76 <i>Tabla resumen de las características de la eflorescencia: Textura</i> .....                                   | 151 |
| Tabla 77 <i>Patologías presentes en porcentaje</i> .....  | 152 |
| Tabla 78 <i>Resistencia requerida</i> .....   | 153 |
| Tabla 79 <i>Cálculo del volumen absoluto de la pasta por metro cúbico</i> .....   | 155 |
| Tabla 80 <i>Cálculo del volumen absoluto de la pasta por metro cúbico</i> .....   | 156 |
| Tabla 81 <i>Cálculo del volumen absoluto de la pasta por metro cúbico</i> .....   | 156 |
| Tabla 82 <i>Diseño de mezcla</i> .....  | 157 |
| Tabla 83 <i>Cálculo por bolsa de cemento</i> .....  | 157 |
| Tabla 84 <i>Resistencia a la compresión</i> .....   | 167 |
| Tabla 85 <i>Carga máxima alcanzada a los 7 días</i> .....   | 171 |
| Tabla 86 <i>Resistencia <math>f'c</math> a los 7 días sin aditivo</i> .....   | 172 |
| Tabla 87 <i>Resistencia <math>f'c</math> a los 7 días con aditivo</i> .....   | 172 |
| Tabla 88 <i><math>F'c</math> esperada vs <math>f'c</math> de diseño a los 7 días</i> .....                                | 173 |
| Tabla 89 <i>Carga máxima alcanzada a los 21 días</i> .....  | 182 |
| Tabla 90 <i>Resistencia <math>f'c</math> a los 21 días sin aditivo</i> .....  | 182 |
| Tabla 91 <i>Resistencia <math>f'c</math> a los 21 días con aditivo</i> .....  | 183 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 92 <i>F'c esperada vs f'c de diseño a los 21 días</i> .....  | 183 |
| Tabla 93 <i>Carga máxima alcanzada a los 28 días</i> .....   | 190 |
| Tabla 94 <i>Resistencia f'c a los 28 días sin aditivo</i> .....  | 191 |
| Tabla 95 <i>Resistencia f'c a los 28 días con aditivo</i> .....  | 191 |
| Tabla 96 <i>Carga máxima alcanzada a los 28 días de las vigas</i> .....  | 193 |
| Tabla 97 <i>Resultados</i> .....   | 195 |
| Tabla 98 <i>%f'c esperada vs %f'c de diseño</i> .....  | 196 |
| Tabla 99 <i>Características del Agregado Fino</i> .....  | 197 |
| Tabla 100 <i>Características del Agregado Grueso</i> .....   | 197 |
| Tabla 101 <i>Resistencia requerida</i> .....   | 198 |
| Tabla 102 <i>Consistencia, slump, trabajabilidad y método de compactación</i> .....  | 198 |
| Tabla 103 <i>Volumen Unitario de Agua</i> .....  | 199 |
| Tabla 104 <i>Contenido de Aire Atrapado</i> .....  | 200 |
| Tabla 105 <i>Relación Agua/Cemento por Resistencia</i> .....   | 201 |
| Tabla 106 <i>Cálculo de contenido de cemento</i> .....   | 202 |
| Tabla 107 <i>Diseño de Mezcla</i> .....  | 204 |
| Tabla 108 <i>Proporción en volumen por tanda</i> .....   | 204 |
| Tabla 109 <i>Diseño de resistencia individual y promedio a los 7 días</i> .....  | 204 |
| Tabla 110 <i>Diseño de resistencia individual y promedio a los 21 días</i> .....   | 206 |
| Tabla 111 <i>Diseño de resistencia individual y promedio a los 28 días</i> .....   | 208 |
| Tabla 112 <i>Resultados de vigas de concreto con y sin aditivo</i> .....   | 210 |
| Tabla 113 <i>Eficiencia del aditivo inhibidor en la eflorescencia en presencia de nivel freático en cimentaciones superficiales para viviendas unifamiliares en la comunidad de Pillao Matao en distrito de San Jerónimo, Cusco 2023</i> ..... | 231 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 114 <i>Eficiencia del aditivo inhibidor en la eflorescencia en presencia de nivel freático en cimentaciones superficiales para viviendas unifamiliares en el distrito de Pillaomatao en distrito de San Jerónimo, Cusco 2023</i> ..... | 234 |
|--|-----|

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 <i>Curva de esfuerzo - deformación</i> .....                                      | 17 |
| Figura 2 <i>Serie de tamices</i> .....   | 30 |
| Figura 3 <i>Diámetro nominal de partículas</i> .....                                       | 31 |
| Figura 4 <i>Ciclos de erosión hídrica</i> .....  | 39 |
| Figura 5 <i>Porosidad de fisuración cimentación-muros</i> .....                            | 41 |
| Figura 6 <i>Tensión capilar en cimentación-muros</i> .....                                 | 42 |
| Figura 7 <i>Comportamiento de la humedad por capilaridad</i> .....                         | 43 |
| Figura 8 <i>Metodología para el proceso de modelación de la relación capilaridad</i> ..... | 44 |
| Figura 9 <i>Nivel freático en cimentación-muros</i> .....                                  | 45 |
| Figura 10 <i>Módulo de elasticidad</i> .....   | 46 |
| Figura 11 <i>Ubicación Geográfica para la aplicación de la Tesis</i> .....                 | 50 |
| Figura 12 <i>Geomorfología de la zona de estudio</i> .....                                 | 51 |
| Figura 13 <i>Boceto de área de estudio</i> .....   | 52 |
| Figura 14 <i>Procedimiento de la investigación de Caracterización de Material</i> .....    | 53 |
| Figura 15 <i>Ciclo de erosión hídrica cimentación</i> .....                                | 55 |
| Figura 16 <i>Permeabilidad Cimentación</i> .....   | 56 |
| Figura 17 <i>Curva de esfuerzo-deformación</i> .....                                       | 57 |
| Figura 18 <i>Diseño de ingeniería</i> .....  | 62 |
| Figura 19 <i>Curva Granulométrica del Agregado Fino de Vicho</i> .....                     | 70 |
| Figura 20 <i>Curva Granulométrica del Agregado Fino de Vicho</i> .....                     | 71 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 21 <i>Capilaridad vs a/c</i> .....   | 72  |
| Figura 22 <i>Tamizado de agregado fino</i> .....  | 76  |
| Figura 23 <i>Proceso de tamizado</i> .....  | 76  |
| Figura 24 <i>Curva Granulométrica del Agregado Fino de Vicho</i> .....                                      | 78  |
| Figura 25 <i>Tamices + muestras</i> .....   | 80  |
| Figura 26 <i>Proceso de tamizado</i> .....  | 81  |
| Figura 27 <i>Curva Granulométrica del Agregado Grueso de la cantera de Vicho</i> .....                      | 82  |
| Figura 28 <i>Peso de la capsula más el contenido de la muestra</i> .....                                    | 84  |
| Figura 29 <i>Capsulas con muestras</i> .....  | 84  |
| Figura 30 <i>Medición de medidas de recipientes</i> .....   | 87  |
| Figura 31 <i>Pesando muestra de agregado fino más recipiente</i> .....                                      | 87  |
| Figura 32 <i>Peso de la capsula más el contenido de la muestra</i> .....                                    | 91  |
| Figura 33 <i>Capsulas</i> .....   | 91  |
| Figura 34 <i>Medición de medidas de recipientes</i> .....   | 94  |
| Figura 35 <i>Pesando muestra de agregado grueso más recipiente</i> .....                                    | 94  |
| Figura 36 <i>Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo (sin aditivo)</i> ..... | 100 |
| Figura 37 <i>Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo</i> .....               | 101 |
| Figura 38 <i>Hallando la capacidad capilaridad y la velocidad de succión</i> .....                          | 102 |
| Figura 39 <i>Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo (sin aditivo)</i> ..... | 103 |
| Figura 40 <i>Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo (sin aditivo)</i> ..... | 104 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 41 <i>Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo y velocidad de succión capilar “S”</i> ..... | 105 |
| Figura 42 <i>Velocidad de succión capilar “S”, en las muestras analizadas</i> .....  | 106 |
| Figura 43 <i>Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo</i> .....                                    | 109 |
| Figura 44 <i>Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo</i> .....                                    | 110 |
| Figura 45 <i>Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo</i> .....                                    | 111 |
| Figura 46 <i>Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo</i> .....                                    | 112 |
| Figura 47 <i>Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo y velocidad de succión capilar “S”</i> ..... | 113 |
| Figura 48 <i>velocidad de succión capilar “S”, en las muestras analizadas</i> .....  | 114 |
| Figura 49 <i>Zonificación de pacientes afectados</i> .....   | 118 |
| Figura 50 <i>Gráfico de precipitaciones mensuales</i> .....  | 119 |
| Figura 51 <i>precipitación de la zona.</i> .....   | 119 |
| Figura 52 <i>Caracterización Visual</i> .....  | 120 |
| Figura 53 <i>Toma de medidas vivienda afectada</i> .....   | 121 |
| Figura 54 <i>Toma de medida de vivienda afectada 2.</i> .....  | 121 |
| Figura 55 <i>Calicata</i> .....  | 122 |
| Figura 56 <i>Estratificación, primera visita</i> .....   | 125 |
| Figura 57 <i>Estratificación, segunda visita</i> .....   | 125 |
| Figura 58 <i>Toma de muestra de agua, mes de julio</i> .....   | 126 |
| Figura 59 <i>Toma de muestra de agua, mes de diciembre</i> .....   | 127 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 60 <i>Asentamiento</i> .....   | 127 |
| Figura 61 <i>Paciente 1</i> .....   | 130 |
| Figura 62 <i>Paciente 2</i> .....   | 131 |
| Figura 63 <i>Paciente 3</i> .....   | 132 |
| Figura 64 <i>Paciente 4</i> .....   | 133 |
| Figura 65 <i>Paciente 5</i> .....   | 134 |
| Figura 66 <i>Paciente 6</i> .....   | 135 |
| Figura 67 <i>Características de la Humedad.</i> .....   | 136 |
| Figura 68 <i>Características de la Humedad.</i> .....   | 137 |
| Figura 69 <i>Características de la Humedad.</i> .....   | 139 |
| Figura 70 <i>Características de la Humedad.</i> .....   | 140 |
| Figura 71 <i>Características de la Humedad.</i> .....   | 142 |
| Figura 72 <i>Características de la eflorescencia: Color</i> .....   | 143 |
| Figura 73 <i>Características de la eflorescencia: Color</i> .....   | 144 |
| Figura 74 <i>Características de la eflorescencia: Color</i> .....   | 145 |
| Figura 75 <i>Características de la eflorescencia en la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao: Color</i> ..... | 146 |
| Figura 76 <i>Muestras encontradas de la eflorescencia: Color</i> .....  | 147 |
| Figura 77 <i>Muestras encontradas de la eflorescencia: Color</i> .....  | 148 |
| Figura 78 <i>Muestras encontradas de la eflorescencia: Color</i> .....  | 148 |
| Figura 79 <i>Muestras encontradas de la eflorescencia: Color</i> .....  | 149 |
| Figura 80 <i>Muestras encontradas de la eflorescencia: Color</i> .....  | 150 |
| Figura 81 <i>Muestras encontradas de la eflorescencia: Textura</i> .....                                      | 151 |
| Figura 82 <i>Elaboración de briquetas de concreto</i> .....   | 158 |
| Figura 89 <i>Aditivo inhibidor en la mezcla de concreto</i> .....   | 162 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 90 muestra representativa de acuerdo a la norma ASTM C172 .....             | 162 |
| Figura 91 prueba del slump .....   | 163 |
| Figura 135 $F'c$ esperada vs $f'c$ de diseño a los 28 días .....                   | 192 |
| Figura 136 $\%f'c$ esperada vs $\%f'c$ de diseño .....                             | 192 |
| Figura 137 Viga simplemente apoyada .....  | 194 |
| Figura 138 Corte de viga.....  | 194 |
| Figura 139 $\%f'c$ esperada vs $\%f'c$ de diseño .....                             | 196 |
| Figura 140 Resistencia inicial a la compresión a los 7 días en $kg/cm^2$ y %.....  | 205 |
| Figura 141 Resistencia inicial a la compresión a los 21 días en $kg/cm^2$ y %..... | 207 |
| Figura 142 Resistencia inicial a la compresión a los 28 días en $kg/cm^2$ y %..... | 209 |
| Figura 143 Gráfico esfuerzo vs deflexión.....                                      | 211 |
| Figura 144 Autorización para obtención de datos.....                               | 236 |
| Figura 145 Ficha de asistencia de laboratorio de suelos .....                      | 236 |
| Figura 145 presupuesto del concreto inhibidor .....                                | 236 |
| Figura 145 planos del sobrecimientos recomendados.....                             | 237 |

# 1 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

## 1.1 Planteamiento del problema

Las cimentaciones superficiales según Yopez (2016) suelen ser las más utilizadas, especialmente en el ámbito de la edificación, pues presentan un menor coste por carga soportada y una mayor facilidad de ejecución. Los esfuerzos, tanto los verticales, los horizontales, como los momentos, se transmiten en su totalidad al terreno a través de su base de contacto y origina en el terreno unas distribuciones que se consideran normalmente planas. El nivel freático no influirá en la capacidad portante del terreno si se encuentra por debajo de la superficie del cimiento a una profundidad mayor a 1,5 veces el ancho de la zapata. Para Toma (2017) la humedad puede ocasionar diferentes lesiones en la edificación, desde las más inofensivas como podrían ser manchas en los materiales hasta las más dañinas que pueden derivar a problemas más graves tanto estructurales como de salud. Normalmente se detecta observando el deterioro en el piso, la mampostería, la pintura, los revestimientos, y por la aparición de manchas oscuras o eflorescencias en los muros. También el olor a humedad en los ambientes, roperos o placares, la impregnación de este olor en la ropa, o la aparición de lama verde (verdín) sobre la misma, son otras señales de problemas de humedad. Normalmente son causadas por la humedad de cimientos, pero en algunos casos puede deberse también a problemas de filtraciones desde el exterior o desde baños o cocinas, cañerías perforadas, desagües deteriorados, techos o bajantes rotos, etc. Detectar las causas de la presencia de humedad puede ser algo complicado, cuando el deterioro o las señales visibles no indican claramente de dónde proviene. Muchas veces es necesario romper muros, levantar pisos o destruir revestimientos difíciles de conseguir (Casas, 2017).

A nivel internacional Saltos et al. (2017) realizaron trabajos de comprobación de la resistividad eléctrica por métodos geofísicos para comprobar la salinidad existente en

urbanización Málaga dos en vía a salitre Guayaquil – Ecuador, se evidencio la presencia de salinidad por este método. También se realizó análisis de laboratorio de química en la Universidad de Guayaquil, comprobándose la concentración de sales por la presencia de conductividad eléctrica, estos análisis se realizaron en muestras de paredes que estaban deterioradas por efecto de humedad. Los resultados demostraron la presencia de altas y medianas concentraciones de sales a poca profundidad y que por efecto de capilaridad llega a la superficie de las casas causando deterioro de las mismas. Asimismo, Ardila (2019) en su estudio en los muros exteriores e interiores en las casas que conforman el conjunto residencial Guazuca en el municipio de Guasca, encontró que la humedad que asciende por los muros es por capilaridad ya que en el ensayo de absorción en agua por 24 h realizado dio como resultado que por lo menos un ladrillo tubo absorción individual de 17 %, contra 16% solicitado por las normas NTC 4017 y la humedad de condensación también está provocando patologías especialmente la presencia de manchas, se evidencia en la descripción e inventario de lesiones que las manchas corresponden a la segunda lesión física después de la humedad con un 23,8 de afectación de 105,66 m<sup>2</sup> de muros enfermos con lesiones físicas.

A nivel nacional Bermúdez y Lázaro (2021) determinaron la influencia del suelo altamente salino en los cimientos, de construcciones en, Lima, donde se presenta problemas para afrontar los grados de agresividad salina y poder garantizar la durabilidad de la edificación. También Arias y Villa (2019) realizaron el estudio de la evaluación de suelos con presencia de nivel freático para cimentaciones superficiales de viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Leticia, donde se obtuvo que el contenido de humedad promedio es de 17.11% y se analizó que la cimentación tiene limitaciones para cumplir el caso II del método de Meyerhof.

La adición de aditivos inhibidores en la elaboración de concreto para cimentaciones superficiales puede ser crucial para prevenir o mitigar la eflorescencia en viviendas

unifamiliares en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco, 2023. Esto no solo preserva la estética y la integridad del concreto, sino que también contribuye y reduce los costos de mantenimiento a lo largo del tiempo. El mantenimiento frecuente de estructuras afectadas por eflorescencia puede generar residuos y productos químicos que impactan negativamente en el medio ambiente. Reducir la necesidad de mantenimiento puede contribuir a la sostenibilidad y minimizar el impacto ambiental. Además, si no se aborda, la eflorescencia puede contribuir al deterioro de la superficie del concreto y, en algunos casos, afectar la durabilidad a largo plazo. Es por ello que, al incorporar aditivos inhibidores en la mezcla de concreto, se busca ofrecer soluciones proactivas para evitar o reducir este problema.

## **1.2 Formulación de problemas**

### **1.2.1 Problema General**

¿Cómo el aditivo inhibidor influye en la disminución o eliminación de eflorescencia en las cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023?

### **1.2.2 Problemas Específicos**

- ¿Cómo influye el aditivo inhibidor en la construcción de cimentaciones superficiales para incrementar la resistencia frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023?
- ¿Cómo influye el aditivo inhibidor en la construcción de cimentaciones superficiales para reducir la permeabilidad frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023?
- ¿Cómo influye el aditivo inhibidor en la construcción de cimentaciones superficiales para reducir la absorción capilar frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023?

## **1.3 Justificación**

### ***1.3.1 Relevancia social.***

El siguiente trabajo de investigación permitirá conocer la influencia del aditivo inhibidor de eflorescencia en la construcción de cimentaciones superficiales para viviendas unifamiliares de la comunidad de Pillao Matao, distrito de San Jerónimo, provincia de Cusco, el cual es en comparación a otras zonas la mayor afectada en cuanto a porcentaje de salitre exista en el nivel freático donde están construidas; por lo tanto esto ayudará a prevenir la aparición de manchas en las paredes en las viviendas unifamiliares, edificaciones o instituciones.

### ***1.3.2 Implicancias prácticas.***

La eflorescencia en cimentaciones superficiales en las que exista nivel freático es un problema que se presenta en las viviendas y está relacionada con la cantidad de salitre del agua del nivel freático por lo que conocer cómo influye un aditivo en este tipo de situaciones ayudará a valorar la gravedad de cada caso y también poder disminuir lo mayor posible la aparición de manchas, que además de incrementar el gasto en reparaciones también afecta a nivel estructural y la seguridad de las viviendas.

### ***1.3.3 Valor teórico.***

La presente investigación presenta un tema poco estudiado sobre la eficiencia de un aditivo para inhibir la eflorescencia en cimentaciones superficiales, que además de poder ser estudiado a nivel cualitativo, se está estudiando a nivel cuantitativo con la elaboración de pruebas necesarias para ello.

Se espera que con ello se pueda seguir investigando sobre la cantidad que afecte no solo a nivel visual, sino estructural para poder tener más resultados con este problema recurrente.

#### **1.3.4 Utilidad metodológica.**

Esta investigación puede ayudar a crear un instrumento que permita identificar solo cuantitativamente los problemas visibles en cimentaciones en comparación al total afectado. Contribuye a investigar la relación entre la eficiencia de un aditivo inhibidor de eflorescencia en cimentaciones superficiales en presencia del nivel freático y puede lograrse una mejora en la experimentación en campo de estas estructuras para utilizar de base con la población afectada por este problema.

### **1.4 Objetivos de la investigación**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar la eficiencia del aditivo inhibidor en cimentaciones superficiales en la elaboración de concreto para reducir o en algunos casos eliminar la eflorescencia viviendas unifamiliares afectadas por esta patología en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023

#### **1.4.2 Objetivo Específico**

- Analizar la eficiencia del aditivo inhibidor en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales en la resistencia frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023.
- Analizar la eficiencia del aditivo inhibidor en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales para reducir la permeabilidad frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023
- Analizar la eficiencia del aditivo inhibidor en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales para reducir la absorción capilar frente a cimentaciones

convencionales en la comunidad de Pillao Matao en la comunidad de San Jerónimo,  
Cusco 2023

## **1.5 Delimitación de estudio**

### ***1.5.1 Delimitación espacial.***

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Pillao Matao del distrito de San Jerónimo, provincia del Cusco, departamento del Cusco, utilizando de estudio a las viviendas unifamiliares que allí se encuentran.

### ***1.5.2 Delimitación temporal.***

La investigación está realizada entre los meses de octubre de 2023 a enero de 2024, temporada en donde se presenta una mayor cantidad de lluvias dentro de las semanas de estos meses.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes de estudio**

#### ***2.1.1 Antecedentes Internacionales***

Ardila, (2019) realizaron la investigación titulada “**Estudio patológico por humedades en los muros exteriores e interiores en las casas que conforman el conjunto Residencial Guazuca En El Municipio De Guasca**” cuya investigación está enfocado en la determinación de las causas que están generando la presencia de humedad en muros de fachada e interiores actualmente en 30 casas del conjunto residencial Guazuca. Como técnica de inspección visual directa de apoyo a la investigación y con el objetivo de identificar o descartar más bien la existencia de agua o nivel freático y/o corrientes de aguas subterráneas cerca o por debajo de la cimentación, se hicieron 3 excavaciones (apiques/calas) manuales. Con el propósito de comprobar la integridad de la red mixta de conducción de aguas y descartar

exfiltraciones, teniendo en cuenta que muchas de las patologías por humedades en muros son producida por las fallas, roturas y empalmes defectuosos entre tuberías de los sistemas de aguas negras y lluvias se realizaron pruebas con tintas de color rojo a las redes. Se realizó la medición de prueba relativa. Como apoyo para buscar las causas que provocan la humedad en muros se hicieron unas ventanas y /o huecos de diámetro ½” en la parte baja de los muros afectados por las patologías. Encontrándose que 19 casas de las 31 enferma no tienen manejo de aguas de los tejados lo que provoca salpique del agua lluvia al caer contra los muros externos y además estas aguas mantienen saturado el estrato orgánico del perfil del suelo; la humedad de condensación también está provocando patologías especialmente la presencia de manchas, se evidencia en la descripción e inventario de lesiones que las manchas corresponden a la segunda lesión física después de la humedad con un 23,8 de afectación de 105,66 m2 de muros enfermos con lesiones físicas.

Barrios et al. (2021) realizó la investigación titulada “**Evaluación del extracto de cedrela odorata linnaeus en la manejabilidad del concreto y su resistencia a la compresión**” en cuya investigación examinó la incidencia del extracto de C. Odorata L. agregado en el agua de mezclado como propuesta para mejorar la resistencia a la compresión del concreto y la manejabilidad de la mezcla, siguiendo las Normas NTC 673 y NTC 396. Para mencionado propósito involucraron dos variables que fueron relaciones agua/cemento de 0.55 y 0.60 y dosificaciones de extracto de cedro por peso de cemento adicionado en el agua de mezclado de 0.0, 0.3, 0.5, 0.7 y 0.9 %, resultando un total de 30 especímenes cilíndricos de 4 pulgadas de diámetro y 8 pulgadas de altura fabricados bajo relación 1:2:2, con agregado grueso de tamaño máximo de ¾ de pulgadas y cemento tipo I de uso general, de conformidad con la Norma NTC 550. Se pudo ver una favorabilidad en la resistencia del concreto con la implementación de la relación a/c de 0.55 bajo todas las dosificaciones del extracto con respecto a la muestra blanco, siendo 33.48 % la mayor eficiencia obtenida bajo la adición del

0.7%. también se obtuvo un aumento de la manejabilidad de la mezcla bajo la adición del 0.7 y 0.9 % del extracto en ambas relaciones a/c con respecto a las mezclas blanco.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

Gonzales (2018) titulada **“Evaluación de la eficiencia del uso de aditivos en la producción de concreto a bajas temperaturas en la región de puno”** tuvo como propósito explicar los efectos del aditivo incorporador de aire aplicado al concreto, en un estado fresco la vez en un estado solidificado, también se realizó el análisis de costos con relación a un concreto sin la aplicación de aire mediante los aditivos. El proceso de investigación utilizó cuatro grupos de 15 probetas cilíndricas de concreto, uno sin aditivo incorporador de aire, otro con aditivo Sika Aer, otro con aditivo Chema Entrampaire y otro con aditivo Z Aer., se consideraron como variables de experimentación la resistencia a la compresión del concreto y el aditivo incorporado. Las probetas fueron elaboradas en condiciones de baja temperatura durante la noche expuestas a esta condición en los procesos de fraguado y endurecimiento. La prueba fue realizada a compresión pasado 7, 14, 28 días de edad obtenidos como producto de la incorporación del aditivo para la mejorar de calidad del concreto. Se concluyo que el aditivo incorporador de aire fue Sika Aer porque el concreto elaborado con este aditivo es el que presentó mayor resistencia a la compresión pasado 28 días que las muestras elaboradas con los otros aditivos alcanzando una eficiencia del 92%, por otro lado, Chema Entrampaire alcanzo una eficiencia de 88% y Z Aer 84% de eficiencia.

Rodríguez (2021 ) realizó la investigación titulada **“Aplicación de poliuretano líquido en la impermeabilización de cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático – Lima”** En cuyo estudio se tuvo como objetivo principal reducir la permeabilidad en las cimentaciones superficiales de las edificaciones halladas en zonas con presencia de alto nivel freático, esta disminución la tenía que proporcionar la aplicación del poliuretano líquido en el concreto de dicha estructura. Para la realización del proyecto se

preparó probetas de concreto, las cuales tenían una resistencia de diseño de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, que es una resistencia promedio en la construcción de edificaciones en el Perú. Estas probetas (muestras) que se utilizaron en los diferentes ensayos tuvieron la siguiente nomenclatura, una muestra patrón, la cual consistía en una probeta de concreto con una resistencia aproximada a los 20MPa y tres probetas de concreto con poliuretano líquido denominadas M1(A), M2(B) y M3(C), las cuales tenían una resistencia aproximada de 20 MPa. El método fue básicamente comparar los resultados de los ensayos realizados a la muestra patrón y compararlos con los resultados obtenidos de las muestras M1(A), M2(B) y M3(C) al realizarles el mismo ensayo. El primer paso fue el diseño de mezcla de concreto por el método ACI para obtener un concreto con características similares al concreto para la construcción de una edificación, para luego de su preparación y producción realizar los ensayos necesarios para su utilización. El primer ensayo es el ensayo de rotura de probetas, para obtener la resistencia deseada, este ensayo se realizó siguiendo los pasos de la norma (MTC, MTC E 704 Resistencia a la compresión testigos cilíndricos, 2016). Los resultados obtenidos son mostrados en el Anexos, los cuales muestran un promedio de 210 Kg/cm<sup>2</sup> (20.90 MPa) a los 28 días de curado. Finalmente, se desarrolló el ensayo de prueba estándar para densidad, absorción y huecos en concreto endurecido. Con unos resultados con valores de porosidad efectiva inferiores al 10% y de velocidad de absorción inferiores a  $3 \times 10^{-5}m/s$ .

### **2.1.3 Antecedentes locales**

Kcana (2021) realizó una investigación titulada **“Análisis del origen de las patologías del concreto durante la construcción de la Institución Educativa N° 56370, Distrito Livitaca, Cusco”** en cuyo estudio tuvo como objetivo de la investigación determinar el origen de las patologías de concreto que se presentan en la Construcción de la Institución Educativa N° 56370 Primaria y Secundaria de la Comunidad Campesina de Ccollana. La ejecución de una construcción tiene distintas etapas, esta investigación se concentra en la etapa de

construcción de la Institución Educativa N° 56370 Primaria y Secundaria de la Comunidad Campesina de Ccollana, hallamos la siguiente problemática con características de orígenes de patologías, de origen físico, químico y antrópico, para poder realizar la investigación se utilizó fichas de inspección y recolección de datos, para poder evidenciar el origen de las patologías y a partir de su identificación evaluar las mejores condiciones y características para su reparación y protección de las estructuras. De tal manera que al término de la investigación se alcanzara procedimientos de identificación del origen de las patologías y su procedimiento de reparación y protección de las estructuras de concreto en la Construcción de la Institución Educativa N° 56370 Primaria y Secundaria de la Comunidad Campesina de Ccollana.”

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Definición Conceptual**

#### **2.2.1.1 Aditivos Inhibidores**

Existen tres tipos de inhibidores de acuerdo a su mecanismo de ataque: a) anódico b) catódico c) mixto y dos tipos de acuerdo a formación química: a) Orgánicos b) Inorgánicos. (Carbajal & Guzmán , 2005)

##### **2.2.1.1.1 Tipos de inhibidores**

###### **a) Según su mecanismo de ataque**

- **Anódico:** estos minimizan la reacción anódica que promueven los iones de cloruro. Por ello la cantidad de iones nitrito determina el grado de protección contra la corrosión (Carbajal & Guzmán , 2005).
- **Catódico:** Estos tienden a oponerse a la reacción anódica. Son sustancias que facilitan la formación de capas pasivantes que inhiben la reacción anódica que disuelve el metal. Se les conoce también como inhibidores pasivantes. Algunos pueden ser

oxidantes (cromatos, nitritos y molibdatos) mientras otros requieren el concurso del oxígeno disuelto en el medio, como: fosfatos, benzoatos, silicatos y boratos; por ello, la mayoría de los teóricos aplica el término “pasivante” solamente para los inhibidores oxidantes (Ruiz, 2003).

- **Mixto:** Son composiciones orgánicas no diseñadas específicamente como catódicas o anódicas; porque pueden también inhibir ambas reacciones, tanto como la reacción catódica y la anódica (Ruiz, 2003).

#### **b) Según su formación química**

- **Orgánicos:** Este tipo de inhibidor puede ser anódico, catódico, o mixto; de acuerdo a la reacción en la superficie del metal que es afectada y la tendencia al desplazamiento del potencial de corrosión del mismo. (Ruiz, 2003).

**Inorgánicos:** Existen diferentes tipos de inhibidores inorgánicos: sales de cromatos, fosfatos y molibdatos. En este tipo de compuestos los aniones se encargan de la reducción de la velocidad de corrosión del metal (Tejeda, 2014 ).

#### **2.2.1.2 Nivel Freático**

Los objetivos de estudio de niveles freáticos según Salgado (2001) son:

- 1) Determinar el grado, extensión y naturaleza de los problemas de drenaje existentes o potenciales.
- 2) Analizar el sistema y balance de aguas subterráneas, a partir del cual el origen del problema de drenaje puede ser interpretado y comprendido.

Indicar cómo el sistema puede ser alterado artificialmente de modo que el nivel freático resultante no cause daño a los cultivos.

### **2.2.1.2.1 *Medición del nivel freático***

Recolección de datos: En el proceso inicial de recolección de datos de los niveles freáticos se sugiere utilizar alternativas individuales o complementarias según exija el proceso. Las observaciones se pueden realizar en: 1) Pozos; 2) Superficies de agua libre; 3) Tubos de observación especialmente instalados para el proyecto y 4) piezómetros. (Salgado, 2001)

### **2.2.1.2.2 *Procesamiento de datos***

Anterior a la conclusión y exposición de los resultados de la evaluación todos los datos obtenidos del terreno, dentro de ellos los niveles freáticos, deberán ser procesados de tal modo que permitan la adecuada interpretación que facilite la extracción de la mayor cantidad de información posible. Para su correcta efectivización se sugiere el uso adecuado de hidrogramas, mapas y planos (Salgado, 2001).

### **2.2.1.2.3 *Evaluación de datos***

Necesariamente para tener una correcta evaluación o interpretación de los datos procesados se debe referir estos con demás antecedentes de estudio del área como la geología, suelo, topografía, clima, hidrología, uso del suelo y vegetación. Tener también buen conocimiento del agua subterránea en su comportamiento, el patrón de cultivos, abastecimiento y distribución del agua y la eficiencia de riego (Salgado, 2001).

### **2.2.1.3 *Cimentaciones superficiales***

“La cimentación hace referencia tanto al suelo sobre el cual se apoya la estructura como al elemento o elementos cargados de transmitir las cargas. Para considerar una cimentación como superficial fijan un límite máximo a la profundidad de la cimentación” (Merino & Ruiz, 2015, pág. 1).

### **2.2.1.3.1 *Calidad de materiales***

Oke (2006) indica que, para la confirmación de la calidad de los materiales de construcción, el proceso debe tomarse en serio para evitar situaciones, puesto que la mayoría de las construcciones fallan en cumplir con las obligaciones de seguridad para el público en general que finalmente puede resultar en el colapso de la vivienda o cualquier otra construcción; antes de incorporar cualquier material a las obras de construcción, es necesario establecer su calidad, así como también el control de calidad, garantía de calidad y nivel de calidad.

### **2.2.1.3.2 *Calidad***

“La calidad se puede definir como “la conformidad total de un producto con los estándares y especificación, es decir, el producto debe ser capaz de cumplir con los requisitos y especificaciones del cliente y debe ser apto para su propósito” (Oke, 2006)

### **2.2.1.3.3 *Materiales***

“Los materiales de construcción son varias sustancias o artículos que forman los componentes básicos de varios elementos de una construcción. Suelen ocurrir de forma natural, mientras que otros son mezcla de uno o más de estos materiales en la proporción adecuada para el propósito que se va a utilizar” (Oke, 2006).

Cabe señalar que los materiales que se usan principalmente en las construcciones de viviendas son el cemento, arena, agregados (de varias clases), varillas de hierro o acero, madera, agua, ladrillo bloquer; los cuales, para una buena estructura, deben tener una resistencia específica, lo cual debe haber sido probado para dar confiabilidad en lo que se refiere a una óptima construcción.

#### **2.2.1.3.4 Permeabilidad**

Una de las características principales de este concreto es su permeabilidad y porosidad, gracias a estas dos características se obtiene la propiedad de dejar fluir el agua a través de su estructura. Esta se obtiene por el tamaño de agregado grueso con el que está compuesto. La percolación o infiltración es la capacidad de dejar pasar el agua a través de un material poroso y para que esta tenga un valor significativo se requiere un porcentaje de vacíos de 15 por ciento o más (National Ready Mixed Concrete Association, 2016).

#### **2.2.1.3.5 Durabilidad**

La durabilidad del concreto permeable se refiere a la vida de servicio bajo ciertas condiciones ambientales. Los factores que influyen desfavorablemente en la duración del concreto permeable son la exposición a sulfatos y ácidos. Sin embargo, según el ASTM C666 se mide la durabilidad por la resistencia del concreto a los efectos de hielo y deshielo, además no se han realizado estudios sobre su resistencia ante el agua que contiene estos factores agresivos. Otro factor que puede afectar su durabilidad es la falta de mantenimiento.

#### **2.2.1.3.6 Erosión hídrica**

De la misma forma Morgan (citado por Pedraza, 2015) sostiene que la erosión hídrica está relacionado directamente a la pérdida de suelo por acción y efecto de la lluvia, resaltando el potencial de arrancamiento de las gotas de lluvia y la escorrentía que genera al transcurrir a través del suelo así como se muestra en la lluvia genera erosión cuando fluye por la superficie del suelo, muestra de ello se forman canales, asimismo la intensidad de la precipitación será un condicionante primordial que permitirá determinar el grado de erosión.

### 2.2.1.3.7 Tensión capilar

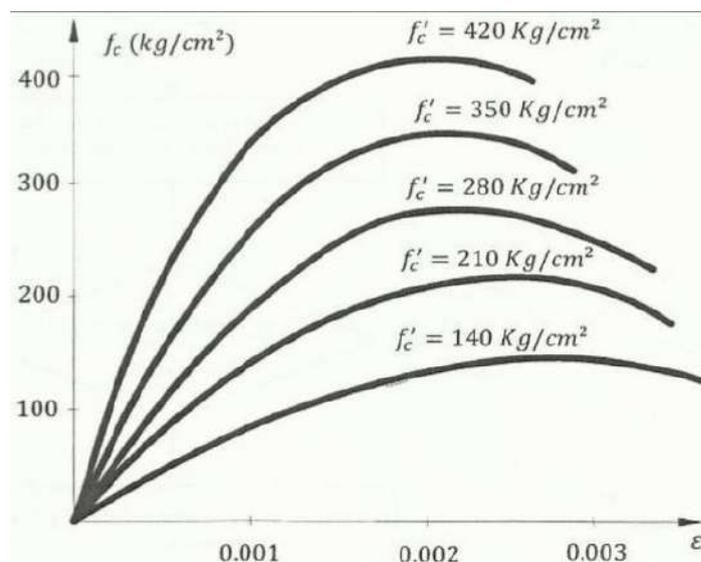
La humedad presente en el suelo, invade las construcciones ascendiendo por capilaridad a través de los espacios que quedan en el interior de los elementos. A continuación, se explica la teoría que rige este fenómeno. Los efectos aparentes de tensión que ocurren en las superficies de los líquidos, cuando éstas están en contacto con otro líquido o con un sólido, dependen básicamente de las fuerzas de cohesión y adhesión. Estas fuerzas pueden ser despreciables en muchos problemas de ingeniería, pero en casos como el que se estudia en esta memoria cobran mucha relevancia (Calle, 2017).

De acuerdo a la ley de gravedad se esperaría que un líquido en reposo dentro de un tubo presentara una isóbara horizontal. Esto no ocurre si es que el tubo es de diámetro suficientemente pequeño (capilar) ya que el nivel del fluido aumenta en las zonas de contacto con el sólido si las fuerzas de adhesión superan a las de cohesión, o disminuye, en caso contrario (Calle, 2017).

### 2.2.1.4 Esfuerzo – deformación del concreto

#### Figura 1

Curva de esfuerzo - deformación



*Nota.* Se muestra la curva de esfuerzo-deformación. Tomado de ([https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Curva-esfuerzo-Vs-deformacion-del-concreto-simple-Tomada-de-Nilson-2001\\_fig1\\_304625782](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Curva-esfuerzo-Vs-deformacion-del-concreto-simple-Tomada-de-Nilson-2001_fig1_304625782))

- ✓ Que el concreto no es un material elástico.
- ✓ El esfuerzo máximo se denomina “resistencia característica del concreto a la compresión a los 28 días.
- ✓ El esfuerzo máximo para los diferentes concretos se alcanza para un valor de 0,002.
- ✓ La rotura se produce normalmente para una carga menor que la máxima, y para la deformación por lo general mayor de 0,003.

### **2.2.1.5 Garantía de la calidad de los materiales de construcción**

El aseguramiento de la calidad se define como “todas las acciones planificadas y sistemáticas necesarias para proporcionar confianza de que un producto satisfará la demanda de calidad dada” (Oke, 2006)

Asimismo, Oke (2006) indica que “para asegurar la calidad de los materiales se debe considerar el costo del producto, utilidad derivada del producto, marca del producto, recomendación de los organismos reguladores y la conformidad de los requisitos”.

### **2.2.1.6 Tipo de Agregados**

Según Benegas & Hurtado (2017) existen tres tipos de agregados, tales como:

#### **a) Por su procedencia:**

- **Agregados naturales:** Provenientes de la desintegración de las rocas debido a la acción de diversos agentes naturales.
- **Agregados artificiales:** Proviene de un proceso de transformación de los agregados naturales.

#### **b) Por su tamaño:**

- **Agregados finos:** Son arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10 mm, por ejemplo, la arena o piedra triturada.
- **Agregados gruesos:** Son aquellos cuyas partículas pueden variar hasta 152mm. Compuestos por piedras de grano duro y compacto; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

c) **Por su origen:**

- **Ígneas:** Agregados provenientes de rocas ígneas.
- **Sedimentarias:** Agregados provenientes de estas rocas.
- **Metamórficas:** Agregados derivados de rocas metamórficas.

### **2.2.1.7 Viviendas unifamiliares**

#### **2.2.1.7.1 Definición de vivienda**

Se entiende por vivienda como la casa o parte de la casa que puede ser habitada, es un lugar para vivir (Vaquerizo, 2019 ).

#### **2.2.1.7.2 Tipos de vivienda unifamiliar**

Las viviendas unifamiliares están habitadas por una sola familia por lo general en uno o dos pisos. Por lo general esta vivienda está rodeada por una zona verde lo cual es también ausencia de cenaría vecinal. Dentro de este tipo de vivienda se encuentran los palacios, villas, bungalos los chalets (Vaquerizo, 2019 ).

Según Vaquerizo (2019 ) existen tres tipos de vivienda unifamiliar:

- **Unifamiliar aislada:** Son edificaciones separadas y conformadas por una sola familia. Generalmente se hallan en terrenos grandes de los cuales son propietarios y son

presentados a modo de jardín privado. Esta vivienda está también alineada con la vía pública en todos sus lados.

- **Unifamiliar pareada:** Son dos viviendas unifamiliares conectadas exteriormente, no obstante, su distribución interior es totalmente independiente y con acceso autónomo.
- **Unifamiliar adosada:** Esta forma cada una de las viviendas está en relación con las otras. La planta es alargada y estrecha, tiene venas solo en los extremos de la casa.

### ***2.2.1.7.3 Tamaño de afección***

Según Gomes et al. (2019) “El tamaño de afección se refiere la magnitud de deterioro que se produjo por las manchas, erosión física, desprendimiento y eflorescencias en las construcciones lo cuales se suele percibir con frecuencias en las paredes y pisos de las viviendas, edificios, pistas, entre otros”.

#### ***A) Erosión física***

Chavez (2012) define la erosión como “la pérdida o transformación superficial de un material, y puede ser total o parcial”.

Asimismo, la erosión física se refiere a “la erosión de los materiales se define como los resultados de la acción destructora de los agentes atmosféricos que a través de procesos físicos provocan alteración y deterioro progresivos de los materiales, a veces hasta su total destrucción, sin que varíe su composición química” (Chavez, 2012).

En esta misma línea, existen erosiones tales como del suelo, edáfica e hídrica, a continuación, se define cada una de ellas:

“La erosión del suelo es la remoción y el transporte de las partículas superficiales por acción del viento y el agua” (Duque & Escobar, 2016, pág. 122).

“La erosión edáfica es un proceso normal de movilización, transporte y depósito de sedimentos, principal modeladora del paisaje, y las actividades agropecuarias, el urbanismo y la construcción y operación de la infraestructura para el desarrollo de los pueblos son los

factores que aceleran los procesos denudativos y con ellos el incremento de la vulnerabilidad de laderas, y viviendas a la inestabilidad por la acción de los factores del clima” (Duque & Escobar, 2016, pág. 122).

“Erosión hídrica se provoca por agua lluvia y comprende la erosión por el impacto de las gotas sobre el suelo desnudo, la acción hidráulica de las aguas de escorrentía con capacidad de movilizar y transportar las partículas de suelo, y modelar el relieve” (Duque & Escobar, 2016, pág. 123)

#### ***a) Desprendimiento***

“Es la separación entre un material de acabado y el soporte al que esta aplicado por la falta de adherencia ente ambos, y suelo producirse como consecuencia de otras lesiones previas, como humedades, deformaciones o grietas. Los desprendimientos afectan tanto a los acabados continuos como a los acabados por elementos, a los que hay que prestar una atención especial porque representan un peligro para la seguridad del viandante” (Chavez, 2012, pág. 34).

#### ***b) Eflorescencia***

Se trata de un proceso patológico que suelo tener como causa previa la aparición de humedad.

Al respecto se afirma lo siguiente:

Los materiales contienen sales solubles y estas son arrastradas por el agua hacia el exterior durante su evaporación y cristalización en la superficie del material. Esta cristalización suele presentar formas geométricas que recuerdan a flores y que varían dependiendo del tiempo de cristal, presentan dos variantes:

- Sales cristalizadas que no proceden del material sobre el que se encuentra la eflorescencia sino de otros materiales situados detrás o adyacentes a él. Este tipo

de eflorescencia es muy común encontrarla sobre morteros protegidos o unidos por ladrillos de los que proceden las sales.

- Sales cristalizadas bajo la superficie del material, en oquedades, que a la larga acabaran desprendiéndose. Este tipo de eflorescencias se denomina criptoflorescencias (Chavez, 2012, pág. 34).

## **2.2.2 Definición Operacional**

### **2.2.2.1 Pre Ensayos**

#### **2.2.2.1.1 Ensayo de peso unitario compactado del agregado fino (ASTM C 29/C 29M – 97) (NTP 400.017:1999)**

Este método de ensayo permite determinar la densidad aparente ("peso unitario") de un árido tanto en su condición compactada o suelta y calcular los huecos entre las partículas en los áridos finos, gruesos o mezclas de áridos, basada en la misma determinación. Este método se aplica a los áridos que no exceden las 5 pulg [125 mm] de tamaño máximo nominal (ASTM International, 1997).

##### **2.2.2.1.1.1 Aplicaciones**

- Este procedimiento de evaluación es comúnmente utilizado para obtener los valores de densidad aparente, los cuales son fundamentales en diversos métodos para determinar la dosificación de las mezclas de hormigón.
- Asimismo, la densidad aparente puede ser empleada para calcular la relación masa/volumen, siendo útil para establecer las conversiones necesarias en los contratos de compra.

- Se incorpora un método para determinar el porcentaje de espacios entre las partículas de áridos utilizando la densidad aparente obtenida mediante este procedimiento de ensayo.

#### 2.2.2.1.1.2 Aparatos

##### a) Balanza

Un dispositivo de medición, como una balanza o pesa, que tenga una precisión de 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro de su rango de operación, y que esté graduado con una mínima división de 0.1 libras [0.05 kilogramos]. Este rango de operación debe ser suficiente para abarcar desde la masa del recipiente vacío hasta la masa del recipiente más su contenido, con una densidad de hasta 120 libras por pie cúbico [1920 kilogramos por metro cúbico].

##### b) Pisón

Una barra de acero con un diámetro de 5/8 pulgadas (16 mm) y una longitud aproximada de 24 pulgadas (600 mm), que presenta uno o ambos extremos redondeados en forma hemisférica, con un diámetro también de 5/8 pulgadas (16 mm).

##### c) Recipiente de medida

Se requiere un recipiente cilíndrico de metal, preferiblemente equipado con asas, que sea hermético y tenga la parte superior e inferior paralelas y niveladas. Debe ser lo suficientemente resistente para mantener su forma incluso ante el maltrato. Las dimensiones del recipiente deben cumplir ciertas especificaciones: la altura debe ser aproximadamente igual al diámetro, pero nunca menor al 80% ni mayor al 150% del diámetro. La capacidad del recipiente debe ajustarse a los límites establecidos en la Tabla 1 para el tamaño de los áridos que serán ensayados. El espesor del metal del recipiente está determinado en la Tabla 2. El borde superior debe ser suave y plano dentro de una tolerancia de 0.01 pulgadas (0.25 mm) y

ser paralelo al fondo dentro de un ángulo de 0.5 grados (Nota 2). La pared interior del recipiente debe ser una superficie suave y continua.

**d) Pala o poruña**

Se requiere una pala o poruña de tamaño adecuado para llenar el recipiente con áridos. Además, se necesita equipo de calibración, que incluye una placa de vidrio, preferiblemente con un espesor de 1/4 pulgadas (6 mm) y al menos 1 pulgada (25 mm) más grande que el diámetro del recipiente que se va a calibrar. También se necesitará una fuente de abastecimiento de agua y un bastidor engrasado que pueda colocarse en el borde del recipiente para evitar pérdidas de material.

*2.2.2.1.1.3 Muestra - ensayo*

El tamaño de la muestra de ensayo debe ser aproximadamente de un 125% a un 200% de la cantidad necesaria para llenar el recipiente, y debe manipularse de manera que se evite la segregación. Posteriormente, se debe secar la muestra de ensayo hasta alcanzar una masa constante, idealmente en un horno a una temperatura de  $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$  [ $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ]

*2.2.2.1.1.4 Procedimiento - apisonado*

- Complete un tercio del recipiente con áridos, nivelando la superficie con los dedos y compactando la capa con 25 golpes de pisón distribuidos uniformemente. Luego, llene otro tercio del recipiente y repita el proceso de nivelación y compactación según las indicaciones anteriores.
- Al completar el recipiente hasta rebosar y compactar siguiendo las instrucciones previas, proceda a nivelar la superficie de los áridos utilizando los dedos o una regla. Asegúrese de que las partículas más grandes de los áridos gruesos se distribuyan uniformemente para llenar cualquier espacio grande que pueda surgir en la superficie.

- Durante la compactación de la primera capa, evite apisonar o golpear de manera brusca el fondo del recipiente. En cambio, al compactar la segunda y tercera capa, realice el proceso de manera vigorosa, asegurándose de que el pisón no atraviese la capa de áridos previamente compactada.
- Calcule la masa del recipiente con su contenido y la masa del recipiente solo. Reporte los valores aproximados al incremento más cercano de 0,1 lb [0,05 kg].

#### *2.2.2.1.1.5 Procedimiento asentado*

- Llene el recipiente con tres capas de áridos de tamaño similar. Compacte cada capa colocando el recipiente sobre una superficie firme, como un piso de hormigón, elevando alternativamente los lados opuestos aproximadamente 2 pulgadas (50 mm) y dejando que el recipiente caiga con un golpe seco. Este método asegura una compactación densa de las partículas de los áridos. Repita este proceso de compactación dejando caer el recipiente 50 veces, 25 veces en cada lado.
- Nivele la superficie de los áridos utilizando los dedos o una regla, asegurándose de que las partes más grandes de los áridos gruesos llenen uniformemente los espacios más grandes debajo de la superficie del recipiente.
- Determine la masa del recipiente con su contenido y la masa del recipiente solo, y reporte los valores aproximados a la décima de libra (0.1 lb o 0.05 kg) más cercana.

#### *2.2.2.1.2 Ensayo de contenido de humedad del agregado fino (NTP 339.185)*

El método descrito en esta Norma Técnica Peruana generalmente ofrece una medición más confiable de la humedad en la muestra de ensayo, asegurando que ésta represente fielmente la humedad presente en la fuente de agregado. Este procedimiento establece la forma de determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso mediante secado. La humedad evaporable abarca tanto la humedad superficial como la

contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación. Por lo tanto, este método no incluye en el porcentaje determinado esa agua inmovilizada (NTP, 2018)

#### *2.2.2.1.2.1 Aplicaciones*

El método descrito en esta Norma Técnica Peruana generalmente ofrece una medición más confiable de la humedad en la muestra de ensayo, asegurando que ésta represente fielmente la humedad presente en la fuente de agregado. Este procedimiento establece la forma de determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso mediante secado. La humedad evaporable abarca tanto la humedad superficial como la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación. Por lo tanto, este método no incluye en el porcentaje determinado esa agua inmovilizada (NTP, 2018).

#### *2.2.2.1.2.2 Aparatos*

##### **Balanza**

La balanza debe tener una sensibilidad del 0.1% del peso de la muestra en cualquier punto dentro del rango de operación. Además, dentro de cualquier intervalo que represente el 10% de la capacidad total de la balanza, la indicación de peso debe ser precisa dentro del 0.1% del rango indicado.

##### **Puente de calor**

Se necesita un horno ventilado que pueda mantener la temperatura alrededor de la muestra a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, cuando no se necesite un control de temperatura muy preciso (ver apartado 3.1), se pueden utilizar otras fuentes de calor, como una plancha o cocina eléctrica o a gas, lámparas caloríficas eléctricas o un horno microondas ventilado.

##### **Recipiente para la muestra**

Se necesita un contenedor que sea resistente al calor y tenga la capacidad suficiente para contener la muestra sin riesgo de derrames. Este contenedor debe tener una forma que garantice que el grosor de la muestra no sea mayor al veinte por ciento de la dimensión lateral más pequeña.

#### 2.2.2.1.2.3 Muestreo

El proceso de muestreo seguirá los lineamientos establecidos en la Norma Técnica Peruana NTP 400.010, a excepción del tamaño de la muestra. Se debe obtener una muestra representativa del contenido de humedad del suministro en evaluación, con una masa no menor a la cantidad especificada en la Tabla 1. Es importante proteger la muestra contra la pérdida de humedad antes de proceder a determinar su masa.

**Tabla 1**

*Tamaño de la muestra de agregado*

| <b>Tamaño nominal de mm (pulg)</b> | <b>máximo agregado</b> | <b>Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg</b> |
|------------------------------------|------------------------|---|
| 4,75 (0,187) (N°4)                 |                        | 0,5   |
| 9,5 (3/8)                          |                        | 1,5   |
| 12,5 (1/2)                         |                        | 2,0   |
| 19,0 (3/4)                         |                        | 3,0   |
| 25,0 (1)                           |                        | 4,0   |
| 37,5 (1 ½)                         |                        | 6,0   |
| 50,0 (2)                           |                        | 8,0   |
| 63,0 (2 ½)                         |                        | 10,0  |
| 75,0 (3)                           |                        | 13,0  |
| 90,0 (3 ½)                         |                        | 16,0  |
| 100,0 (4)                          |                        | 25,0  |
| 150,0 (6)                          |                        | 50,0  |

*Nota.* Se muestra el tamaño granulométrico del agregado. se ha extraído de la *norma*

*técnica peruana ntp 400.012*

#### 2.2.2.1.2.4 Procedimiento

- Calcular con una precisión del 0.1% la masa de la muestra.
- Secar completamente la muestra en el recipiente utilizando la fuente de calor seleccionada, asegurándose de evitar la pérdida de partículas. Es importante tener en cuenta que un proceso de secado muy rápido puede ocasionar la explosión de algunas partículas, lo que resultaría en pérdidas de material. En caso de que el calor excesivo pueda alterar las características del agregado o se requiera una medición más precisa, se debe utilizar un horno con control de temperatura. Si se opta por utilizar una fuente de calor diferente al horno con control de temperatura, es recomendable revolver la muestra durante el secado para acelerar el proceso y evitar el sobrecalentamiento localizado. Sin embargo, si se utiliza un horno microondas, revolver la muestra durante el secado es opcional.
- Cuando se emplee una plancha o una cocina para el secado, se puede agilizar el procedimiento de la siguiente manera: agregando suficiente alcohol anhidro para cubrir completamente la muestra húmeda, removiéndola y permitiendo que las partículas suspendidas se depositen. Luego, se debe decantar la mayor cantidad de alcohol posible sin perder ninguna partícula de la muestra. A continuación, se enciende el alcohol restante y se deja arder hasta que se consuma mientras se seca la muestra sobre la plancha o la cocina.
- La muestra se considerará lo suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional resulte en una pérdida adicional de masa de menos del 0.1%.

### **2.2.2.1.3 Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D 422 - 63 - Re aprobado el 2007)**

Este procedimiento de ensayo se ocupa de la evaluación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas en suelos. La clasificación de los tamaños de partículas mayores que 75  $\mu\text{m}$  (retenido en el tamiz N° 200) se efectúa por tamizado, mientras que la determinación de los tamaños de las partículas menores que 75  $\mu\text{m}$  es determinada por un proceso de sedimentación, usando un hidrómetro para asegurar los datos necesarios. (ASTM International, 2007).

#### **2.2.2.1.3.1 Aplicaciones**

- Determinar los porcentajes de los suelos ensayados para comparar con el huso granulométrico de las especificaciones técnicas del proyecto
- Determinar si cumple como un suelo de baja permeabilidad.

#### **2.2.2.1.3.2 Aparatos**

##### **Balanzas**

Se requiere una balanza con sensibilidad de 0,01 g para pesar el material que pasa a través del tamiz N° 10 (2,00 mm), y otra balanza con sensibilidad del 0,1% de la masa de la muestra a ser pesada por el peso del material retenido en el tamiz N° 10.

##### **Agitador**

Puede emplearse el aparato A ó B. El dispositivo A está compuesto por un equipo de agitación que funciona mecánicamente. En este dispositivo, un motor eléctrico, montado de manera adecuada, hace girar un eje vertical a una velocidad no inferior a 10,000 rpm sin carga. El eje está equipado con aletas intercambiables confeccionadas en metal, material plástico, o goma dura. El eje será de tal longitud que las aletas operarán en no menos de 19.0 mm (3/4”), ni más de 38.1 mm (1½”) sobre la base del vaso de dispersión. Un vaso de dispersión especial

de acuerdo a cualquiera de los diseños será proporcionado para contener la muestra mientras está siendo dispersada. El aparato B consiste de un vaso de dispersión de aire comprimido.

### **Hidrómetro**

Un hidrómetro ASTM, graduado ya sea en gravedad específica de la suspensión o gramos por litro de suspensión, y conforme a los requerimientos para los hidrómetros 151H o 152H según las Especificaciones E100. Las dimensiones de ambos hidrómetros son las mismas, siendo la escala la única diferencia.

### **Probeta de Sedimentación**

Un cilindro de vidrio de aproximadamente de 457 mm de altura y un diámetro de 63,5 mm El diámetro interior será tal que la marca correspondiente a 1000 ml quedará a 36 cm  $\pm$  2 cm de la base interior.

### **Termómetro**

Un termómetro de precisión a 1° F (0,5 °C).

### **Tamices**

Una serie de tamices de malla cuadrada que cumplan con la ASTM E 11. Un juego completo de tamices incluye los siguientes:

### **Figura 2**

*Serie de tamices*

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| 3 pulgadas (75 mm)    | Nº 16 (1.18 - mm)      |
| 1½ pulgadas (37.5 mm) | Nº 30 (600 - $\mu$ m)  |
| ¾ pulgada (19.0 mm)   | Nº 50 (300 - $\mu$ m)  |
| 3/8 pulgada (9.5 mm)  | Nº 100 (150 - $\mu$ m) |
| Nº 4 (4.75 mm)        | Nº 200 (75 - $\mu$ m)  |
| Nº 8 (2.36 mm)        |                        |

*Nota:* se muestra la serie de tamices tomada de: *la norma técnica peruana ntp 400.012*

### **Baño de Agua o Ambiente a Temperatura Constante**

Es necesario contar con un baño de agua o un entorno con temperatura controlada para mantener la suspensión de suelo a una temperatura constante durante el análisis del hidrómetro. Un tanque de agua adecuado sería uno que esté aislado y pueda mantener la temperatura de la suspensión alrededor de 68 °F (20 °C). Sin embargo, si el trabajo se lleva a cabo en un entorno con temperatura controlada automáticamente, el baño de temperatura controlada no sería necesario.

### Vaso de precipitación

De 250 cm<sup>3</sup> de capacidad.

### Dispositivo de toma de tiempo

Un reloj de pulsera o pared con segundero.

#### 2.2.2.1.3.3 Preparación de la muestra

Durante el procedimiento de preparación la muestra es dividida en dos porciones. Una porción contiene solo partículas retenidas en el tamiz N° 10 (2,00 mm) mientras que la otra porción contiene solo partículas que pasan el tamiz N° 10. La masa de suelo secada al aire, separada con el propósito de realizar el análisis mecánico, dependerá del tamaño máximo de las partículas y de la masa de la porción retenida sobre el tamiz N° 10 (2,00 mm) de acuerdo al siguiente cuadro:

### Figura 3

*Diámetro nominal de partículas*

| Diámetro Nominal de Partículas más grandes (mm) | Porción Aproximada de Masa Mínima, g |
|---|--------------------------------------|
| 3/8 (9,5)                                       | 500                                  |
| 3/4 (19,0)                                      | 1 000                                |
| 1 (25,4)  | 2 000                                |
| 1 1/2 (38,1)                                    | 3 000                                |
| 2 (50,8)  | 4 000                                |
| 3 (76,2)  | 5 000                                |

*Fuente: norma técnica peruana ntp 400.012*

El tamaño de la porción que pasa el tamiz N° 10 será aproximadamente 115 g para suelos arenosos y aproximadamente 65 g para suelos limosos y arcillosos.

La previsión es hecha en para el pesaje de suelo seleccionado secado al aire para los fines de ensayo, la separación del suelo en el tamiz N° 10 mediante el lavado y tamizado en seco, y el pesado de la fracción lavada y secada retenida en el tamiz N° 10. De estas dos masas los porcentajes retenidos y que pasan el tamiz N° 10 pueden ser calculados de acuerdo con 12.1.

#### *2.2.2.1.3.4 Procedimientos*

1. Se separa la porción retenida en el tamiz N° 10 (2 ,00 mm) entre una serie de fracciones usando los tamices 3” (75 mm), 2” (50 mm), 1 ½ “ (37,5 mm), 1” (25,0 mm), 3/4” (19,0 mm), 3/8” (9,5 mm), N° 4 (4,75 mm) y N° 10 (2,00 mm), o las que se necesiten dependiendo de la muestra, o de las especificaciones para el material ensayado.
2. Efectuar la operación de tamizado por movimientos laterales y verticales del tamiz, acompañando con un golpeteo para mantener la muestra moviéndose continuamente sobre la superficie del tamiz. En ningún caso los fragmentos de la muestra se manipularán con la mano a pasar el tamiz. Se continúa tamizando hasta que el residuo que pase después de un minuto, sea inferior al 1% en peso de lo tamizado. Cuando se efectúa el tamizado mecánico se comprobará la efectividad del mismo usando el procedimiento manual por tamizado descrito anteriormente.
3. Se determina la masa de cada fracción con las balanzas indicadas. Al término de las pesadas, la suma de las masas retenidas sobre la totalidad de los tamices usados será necesariamente igual a la masa original de la cantidad tamizada.

## 2.2.2.2 Ensayos

### 2.2.2.2.1 Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (ASTM C39)

Este ensayo permite la determinación de la resistencia a la compresión ( $f_c$ ) de los especímenes cilíndricos de concretos moldeados en laboratorio o en campo u obtenidos por medio de la extracción de núcleos. Se limita a concretos con peso unitario mayor que 800 kg/m<sup>3</sup> (ASTM International, 2001).

#### 2.2.2.2.1.1 Aplicaciones

- Se aplica a especímenes elaborados y curados de acuerdo con las normas: ASTM C31(3.2), ASTM C192(3.1), ASTM C 617 (3.9), ASTM C1231(3.9), C42(6.146.16) y ASTM C 873.
- Los resultados obtenidos mediante este método de ensayo se emplean como referencia para el control de calidad en lo que respecta a la proporción, mezcla y colocación del concreto. Además, son utilizados para determinar la conformidad con las especificaciones, controlar la eficacia de aditivos y otros fines similares.

#### 2.2.2.2.1.2 Espécimen de ensayo

Los especímenes de ensayo estándar son cilindros de concreto de 150x300mm o 100x200mm. Pueden utilizarse cilindros de otras dimensiones, siempre y cuando cumplan con la relación Longitud/Diámetro = 2. La diferencia de diámetro de un espécimen individual con respecto a los demás no debe ser mayor que 2%. El número mínimo de especímenes es de 2 para especímenes de 150mm de diámetro y 3 para especímenes de 100mm de diámetro.

#### 2.2.2.2.1.3 Procedimiento

Este procedimiento de ensayo implica aplicar una carga de compresión uniaxial a los cilindros moldeados o núcleos a una velocidad de carga específica ( $0.25 \pm 0.05$  MPa/s). La

resistencia a la compresión del espécimen se calcula dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal del espécimen.

#### **2.2.2.2.2 Ensayo de capilaridad (ASTM C1585)**

Propone el cálculo de dos parámetros: la velocidad inicial y secundaria de absorción de agua expresadas ambas en mm/s  $1/2$ . Para lo cual se debe graficar el incremento de masa por unidad de área de las muestras de ensayo en función de la raíz cuadrada del tiempo (ASTM International, 2010).

##### *2.2.2.2.2.1 Aplicaciones*

- Permitir obtener dos sectores en la curva de absorción en función del tiempo, el primero en el que la succión se produce muy rápidamente
- Establecer el cálculo de las velocidades para para tiempos predefinidos independientemente del hormigón ensayado

##### *2.2.2.2.2.2 Aparatos*

#### **Bandeja**

Se requiere una bandeja a prueba de agua, fabricada de polietileno u otro material resistente a la corrosión, con un tamaño adecuado para alojar los especímenes de ensayo, exponiendo las superficies a ser probadas al agua.

#### **Dispositivos de soporte**

Se necesitan rodetes, pasadores u otros dispositivos fabricados con materiales resistentes a la corrosión por agua o soluciones alcalinas. Estos dispositivos deben permitir el acceso del agua a la superficie expuesta del espécimen durante el ensayo. Como alternativa, los especímenes pueden ser colocados sobre varias capas de papel secante o papel filtro, con un espesor total de al menos 1 mm.

**Una báscula de plato superior**

De acuerdo con la especificación ASTM C1005, se requiere una balanza de capacidad suficiente para pesar los especímenes de ensayo con una precisión de al menos  $\pm 0.01$  g.

**Dispositivo medidor de tiempo**

Un cronómetro u otro dispositivo adecuado para medir el tiempo con una exactitud de  $\pm 1$ s. 5.5 Toallas de papel o de tela absorbente, para limpiar el exceso de agua de las superficies del espécimen.

**Sierra enfriada por agua**

Se necesitan discos de diamante impregnados para cortar especímenes de muestras de mayor tamaño.

**Cámara ambiental**

Una cámara que permita la circulación de aire y capacidad de mantener una temperatura de  $50 \pm 2^\circ\text{C}$  y una humedad relativa de  $80 \pm 3\%$ . Alternativamente, un horno capaz de mantener una temperatura de  $50 \pm 2^\circ\text{C}$  y un desecador lo suficientemente grande para contener los especímenes a ser ensayados. La humedad relativa (HR) se controla en el desecador a  $80 \pm 0.5\%$  con una solución saturada de bromuro de potasio. La solubilidad del bromuro de potasio es  $80.2\text{g}/100\text{g}$  de agua a  $50^\circ\text{C}$ . La solución debe ser mantenida a su punto de saturación durante todo el ensayo. La presencia de cristales visibles en la solución provee una evidencia aceptable de la saturación.

**Contenedores de polietileno para almacenaje**

Con tapas de sello hermético y de tamaño suficiente para contener por lo menos un espécimen, pero no mayores que 5 veces el volumen del espécimen. Calibrador, para la medición de las dimensiones con una aproximación de  $0.1\text{mm}$ .

#### 2.2.2.2.3 *Espécimen de Ensayo*

El espécimen estándar tiene un diámetro de  $100 \pm 6$  mm y una longitud de  $50 \pm 3$  mm. Los especímenes pueden obtenerse de cilindros moldeados, elaborados de acuerdo con las Prácticas ASTM C31/C31M o ASTM C192/C192M, o de núcleos perforados según el Método de ensayo ASTM C42/C42M. El área de la sección transversal del espécimen no debe variar en más del 1% desde la parte superior hasta la parte inferior del espécimen. Al perforar los núcleos, deben marcarse de manera que la superficie a ensayar quede claramente identificada en relación con su ubicación original en la estructura.

Un resultado de ensayo está constituido por el promedio de los resultados de ensayo de por lo menos dos (2) especímenes. Las superficies de ensayo deben estar a la misma distancia de la superficie original expuesta del concreto.

#### 2.2.2.2.4 *Procedimiento*

- Remover el espécimen del contenedor de almacenaje y obtener la masa del espécimen condicionado con una aproximación de 0.01g antes del sellado.
- Medir por lo menos cuatro diámetros sobre la superficie del espécimen que será expuesta al agua. La medición de los diámetros debe hacerse con una aproximación de 0.1mm y luego se calcula el diámetro promedio con una aproximación de 0.1mm.
- La superficie lateral de cada espécimen se sella con un material de sellado apropiado. Asimismo, se sella el extremo del espécimen que no estará expuesto al agua mediante una película de plástico, que se fija ligeramente. Esta película de plástico puede asegurarse con una banda elástica u otro método equivalente.
- Se usa el procedimiento detallado en 9.5 para la determinación del porcentaje de absorción en función del tiempo de exposición al agua. El procedimiento de

absorción se lleva a cabo a una temperatura ambiente de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  con agua potable acondicionada a la misma temperatura.

### 2.2.2.2.3 Permeabilidad cimentación – muro

La permeabilidad es una característica del suelo que indica la facilidad con la que el agua puede pasar a través de él. Esta propiedad depende de factores como la textura del suelo, su granulometría y su grado de compactación. En general, cuanto más gruesas sean las partículas del suelo, mayor será su permeabilidad. Se considera que un material es permeable si permite el paso de una cantidad significativa de fluido a través de él en un tiempo determinado, sin alterar su estructura interna. Por otro lado, un material es considerado impermeable si la cantidad de fluido que pasa a través de él es insignificante (Lluba, 2020).

#### 2.2.2.2.3.1 Muestra

#### **Técnica de muestreo no probabilístico por juicio de experto**

En el presente proyecto se utilizó el enfoque de muestreo no probabilístico, y las unidades de muestreo se eligieron sobre la base de la experiencia y el juicio profesional, en lugar de un muestreo aleatorio (Chilon, 2021).

Suele provocar un problema superficial que solo perjudica al acabado y a la estética. Pero, en ocasiones, puede dar lugar a problemas más graves (Chilon, 2021).

#### 2.2.2.2.3.2 Procedimiento

#### **Tabla 2**

*Resultados de resistencia a la comprensión a edad de 7.14.28 días*

| Descripción     | f'c(kg/cm <sup>2</sup> ) | R1(kg/cm <sup>2</sup> ) | R2(kg/cm <sup>2</sup> ) | R3(kg/cm <sup>2</sup> ) | R.Prom(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Concreto patrón | 210                      |                         |                         |                         |                             |

---

Concreto patrón 210  
+ Aditivo 2%

Concreto patrón 210  
+ Aditivo 3%

---

**Tabla 3**

*Resultados de la absorción del concreto patrón y variantes*

| <b>Tiempo(días)</b> | <b>Patrón</b> | <b>Aditivo (2%) Absorción (mm)</b> | <b>Aditivo (3%) Absorción (mm)</b> |
|---------------------|---------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 0 día               |               |                                    |                                    |
| 0.25000dia          |               |                                    |                                    |
| 1 día               |               |                                    |                                    |
| 2 día               |               |                                    |                                    |
| 3 día               |               |                                    |                                    |
| 4 día               |               |                                    |                                    |
| 8 día               |               |                                    |                                    |

**Ensayo de permeabilidad (Norma De Ensayo Une-En 12390-8;2009)**

Se aplica al agua una presión de  $(500 \pm 50)$  kPa durante  $(72 \pm 2)$  h ;1 Bares = 100 Kilo pascales (Chilon, 2021).

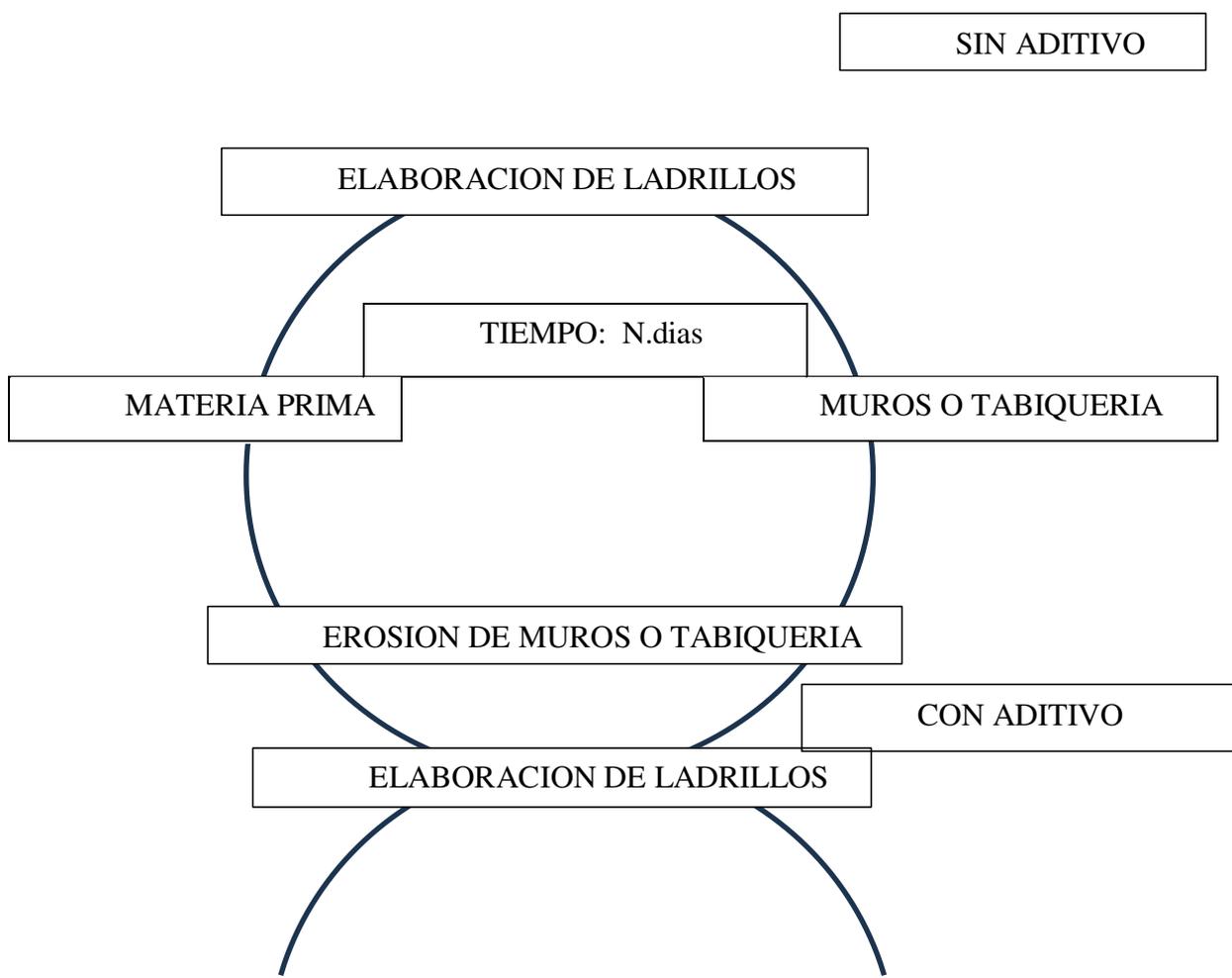
**Tabla 4***Ensayos de permeabilidad*

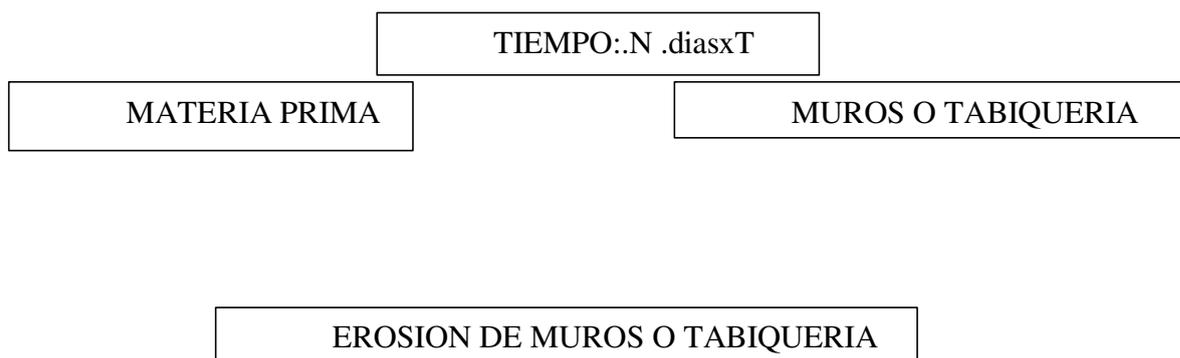
| Descripción                                    | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|--|------|----------|----------|----------|----------|
| Diámetro del espécimen                         |      |          |          |          |          |
| Área de la superficie encerrada                |      |          |          |          |          |
| Muestra de antes de empleado en el ensayo      |      |          |          |          |          |
| Muestra del frente después penetración de agua |      |          |          |          |          |
| Altura de frente de penetración                |      |          |          |          |          |
| Profundidad de penetración                     |      |          |          |          |          |

**Ciclos de erosión hídrica cimentación-muros (sin y con aditivo)**

Suele provocar un problema superficial que solo perjudica al acabado y a la estética.

Pero, en ocasiones, puede dar lugar a problemas más graves (Chilon, 2021).

**Figura 4***Ciclos de erosión hídrica*



### **Ensayo de absorción (NTP 399.613)**

El ensayo de absorción de agua se define en normas internacionales como “water absorption” KS 02-1070 o “total wáter absorption” IS 1725 y SLS 1382 para bloques de tierra comprimida o adobe estabilizados. (Cid Falceto, 2012). En la norma técnica peruana el procedimiento se define dentro de la NTP 399.613 para ladrillos de arcilla cocida. Los criterios de evaluación de cada norma se muestran a continuación:

### **Ensayo de absorción (NTP 399.613)**

El ensayo de absorción de agua se define en normas internacionales como “water absorption” KS 02-1070 o “total wáter absorption” IS 1725 y SLS 1382 para bloques de tierra comprimida o adobe estabilizados. (Cid Falceto, 2012). En la norma técnica peruana el procedimiento se define dentro de la NTP 399.613 para ladrillos de arcilla cocida. Los criterios de evaluación de cada norma se muestran a continuación:

### **Tabla 5**

#### *Ensayos de absorción*

| <b>Norma</b> | <b>Criterio de Evaluación</b> |
|--------------|-------------------------------|
|--------------|-------------------------------|

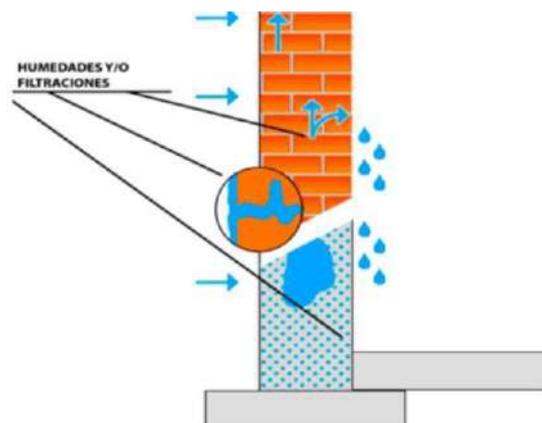
|             |                  |
|-------------|------------------|
| KS 02-1070  | % absorción <15% |
| IS 1725     | % absorción <15% |
| SLS 1382    | % absorción <15% |
| NTP 339.613 | % absorción <22% |

### Porosidad de fisuración cimentación-muros

Filtraciones y/o humedades debido a la porosidad, grietas, fisuras de la pared, que se transmite desde el terreno húmedo o saturado en agua situado en el trasdós de la pared (Humexpert )

### Figura 5

*Porosidad de fisuración cimentación-muros*



*Nota.* Se muestra la figura de porosidad de fisuración tomado de (<https://www.isaval.es/solucion-para-evitar-problemas-de-humedad-por-capilaridad>)

### Fisuración por reacciones químicas-salitre

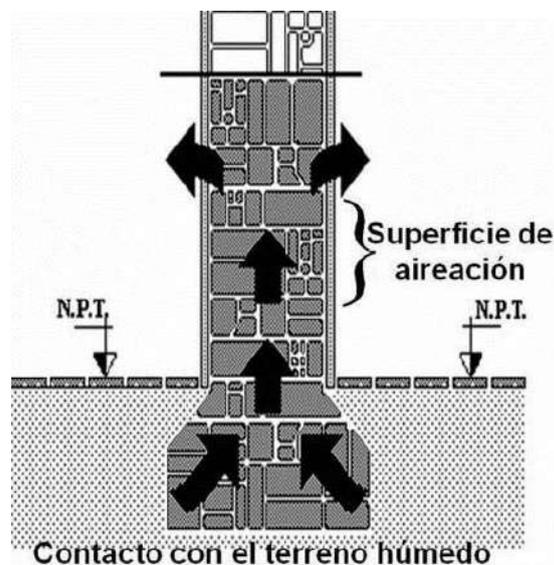
Se producen debido a la interacción de agentes agresivos con el concreto, estas reacciones tienen una velocidad de transporte lenta dentro del concreto, por lo que pueden tardar varios años en manifestarse, alguna de las reacciones químicas puede afectar la durabilidad del concreto y resultar inviables adoptar un proceso de protección o reparación.

### Tensión capilar en cimentación-muros

El fenómeno, conocido internacionalmente como humedad por capilaridad o humedad capilar, también puede ser referido por algunos investigadores nacionales como absorción de agua por capilaridad. Según diferentes autores, este fenómeno ocurre en los materiales que forman los cimientos, paredes y suelos cuando entran en contacto con el agua presente en el suelo en ciertos puntos. Esta condición es crucial para la aparición del fenómeno, ya que las fuerzas ascendentes del agua pueden ser significativas, dependiendo de las características hidrogeológicas del terreno (González, 2014).

### Figura 6

#### *Tensión capilar en cimentación-muros*

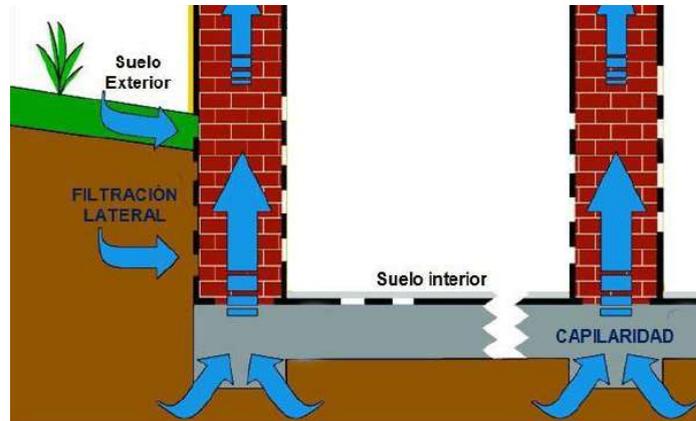


*Nota.* Se muestra la tensión capilar en cimientos y muros. Tomada de: (<https://www.sluciaconstruccion.com/blog/post/humedad-sikamur-injectocream>)

El tipo de material de construcción es determinante en el comportamiento de la humedad por capilaridad, porque establece el valor de la porosidad y el diámetro capilar, factores que permiten determinar la altura capilar y la extensión del área de afectación en la que se producirá el proceso de deterioro (González, 2014).

## Figura 7

### *Comportamiento de la humedad por capilaridad*



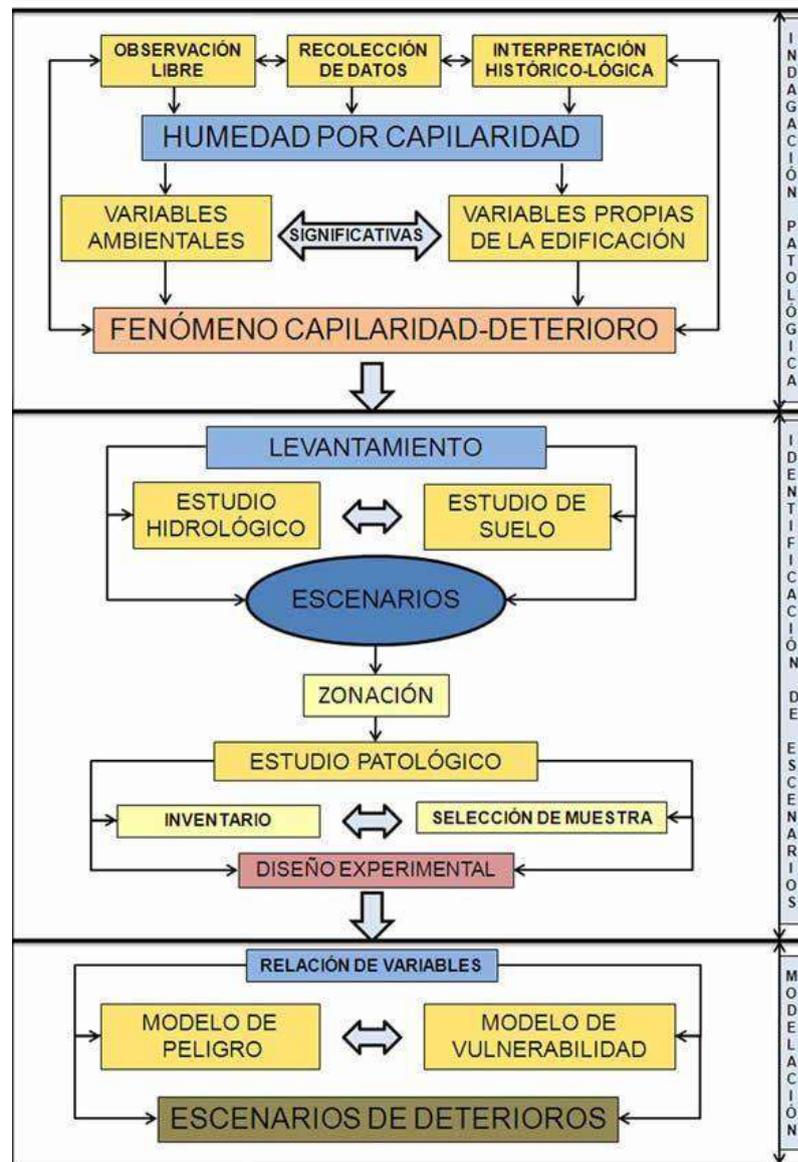
*Nota.* Se muestra el comportamiento de la humedad por capilaridad. Tomada de (<https://www.sluciaconstruccion.com/blog/post/humedad-sikamur-injectocream>)

### **Metodología para el proceso de modelación de la relación capilaridad-deterioro en edificaciones**

Para el análisis del comportamiento integral y espacial de las variables que intervienen en la relación capilaridad-deterioro, este trabajo propone una metodología que introduce el método de modelación espacial, utilizando un Sistema de Información Geográfica. La metodología se compone de tres etapas de trabajo: la de indagación patológica, la de identificación de escenarios y la de modelación del peligro y la vulnerabilidad (Ardila, 2019).

**Figura 8**

*Metodología para el proceso de modelación de la relación capilaridad*



*Nota.* Se muestra el proceso de modelación de la capilaridad. Tomada de (<https://www.sluciaconstruccion.com/blog/post/humedad-sikamur-injectocream>)

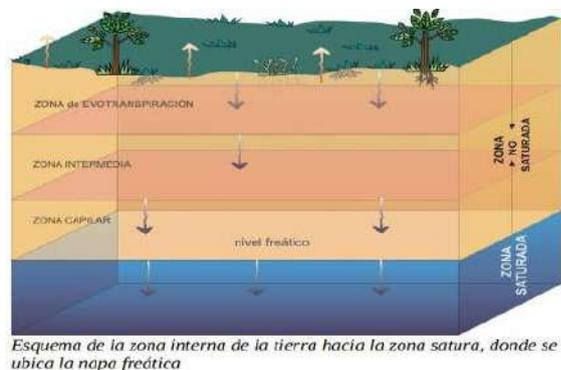
### **Análisis de simulación del nivel freático en cimentación-muros**

El objeto de estudio según Menéndez (2016) del presente proyecto es, en pocas palabras, la automatización de la medición de los distintos niveles freáticos a lo largo de un territorio, por medio de calicatas las cuales nos ayudaran a sacar un perfil del nivel freatico. El

concepto de nivel freático, hace referencia a la distancia de la zona saturada con respecto a la superficie, como se puede observar en la siguiente imagen:

### Figura 9

#### *Nivel freático en cimentación-muros*



*Nota.* Debe establecerse el porcentaje óptimo del aditivo-agregados y evaluar las propiedades mecánicas (compresión y tensión) (Ardila, 2019).

La proporción 0.35% de aditivo, respecto del peso del cemento es el más óptimo debido a que retarda de forma significativa el proceso de fraguado y aumenta así la trabajabilidad del concreto por un tiempo más prolongado. La cantidad óptima de aditivo a aplicarse en el concreto de diseño  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , en la ciudad de cusco de a temperaturas mayores de  $32^\circ\text{C}$  en el distrito de san jerónimo es de 1.24 litros por  $\text{m}^3$  de concreto, conclusión a la que llegamos por los resultados positivos que tuvieron los ensayos, y resistencia a la compresión de  $216.28\text{ kg/cm}^2$  (Menendez, 2016).

### **Evaluación del módulo de elasticidad y relación Poisson del concreto con aditivo**

El siguiente producto de investigación está encaminado a verificar el Módulo de Elasticidad y la Relación de Poisson establecidos en la NSR-10, mediante la determinación de estas en muestras de concreto de obra, con dimensiones de  $10*20$  y siguiendo los procedimientos descritos en la NTP. Lo anterior bajo la premisa que anteriores investigaciones han dejado, en cuanto a la variabilidad de los mismos con base en la procedencia del agregado, la relación agua/cemento y el tipo de curado; para este caso mediante el tipo de curado. Dada

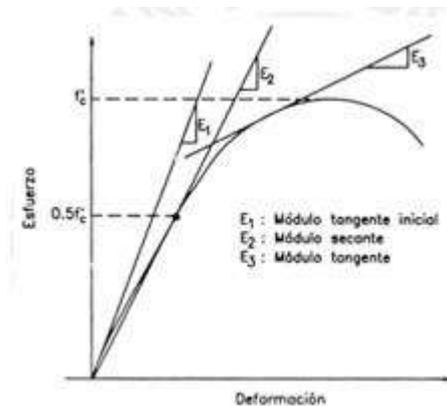
la gran importancia de las propiedades del concreto antes mencionadas en el diseño estructural, resulta fundamental profundizar en su estudio (Benegas & Hurtado, 2017).

### Obtención de los módulos

Se presentan las diferentes definiciones que puede adoptar el módulo de elasticidad del concreto simple: el módulo tangente inicial, el módulo tangente en un punto específico de la curva y el módulo secante entre dos puntos de la misma. Se considera que la última definición es la más comúnmente utilizada para cargas de corta duración y suele calcularse para un esfuerzo cercano al  $0.5 f_c$ . El módulo de elasticidad tangente inicial, por lo general, es aproximadamente un 10% mayor que el módulo secante. Las normas ASTM (C469-94) especifican el método para calcular el módulo secante a partir de ensayos de compresión en probetas estándar de concreto (Chilon, 2021).

### Figura 10

#### *Módulo de elasticidad*



*Nota.* Se muestra el módulo de elasticidad. Tomada de: (<https://www.wintess.com/es/blog-modulo-de-elasticidad-de-una-membrana/>)

### Módulo de Poisson del Concreto

Por debajo del esfuerzo crítico (entre el 75% y el 80% de  $f_c$ ), el módulo de Poisson ( $\nu$ ) varía típicamente entre 0.11 y 0.21. Usualmente se encuentra en el rango de 0.15 a 0.20 y tiende a

permanecer aproximadamente constante bajo cargas sostenidas. En la práctica, se suele adoptar  $\nu=0.15$ . Por lo tanto, el Módulo de Rigidez al Esfuerzo Cortante es:

$$G_c = E_c/2(1 + \mu)$$

$$G_c = E_c/2.3$$

### **2.2.2.3 Ensayos de campo**

#### **2.2.2.3.1 Calicatas para ver el nivel freático de la zona (NTP E-050)**

Las trincheras y calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo (USAT, 2020).

La profundidad está determinada por las exigencias de la investigación, pero es dada, generalmente, por el nivel freático

#### **2.2.2.3.2 Muestreo**

Durante la realización de la calicata se pueden tomar muestras alteradas o inalteradas de acuerdo a la NTP E-050:

- Las muestras alteradas se extraen mediante palas u otros métodos manuales y se introducen en sacos estancos de plástico. En este punto es muy importante comprobar que la muestra no esté contaminada, es decir, no presente mezclas con otros estratos distintos al que se quiere estudiar. La cantidad de muestra a tomar depende de la cantidad y tipo de ensayos a que se pretenda someter.
- En cuanto a las muestras inalteradas pueden ser muestras talladas en bloque o tomadas mediante hinca de toma muestras.

- Las muestras en bloque se tallan manualmente en las paredes o en el fondo de la excavación, se sellan y protegen con vendas y parafina para evitar que cambien sus características. Las dimensiones de estas muestras dependen de los ensayos a que vayan a ser sometidas.

#### **2.2.2.4 Perfil estratigráfico**

La estratigrafía tiene como objetivo comprender los eventos que han ocurrido en la superficie terrestre en diferentes momentos y lugares mediante la observación e interpretación de las rocas estratificadas. Esto significa que no se limita únicamente al estudio de la sucesión y relaciones cronológicas originales de los estratos, sino que también abarca aspectos como su configuración, distribución espacial, composición litológica, contenido de fósiles, propiedades geoquímicas y características geofísicas.

##### **2.2.2.4.1 Principios fundamentales**

**Principio de la horizontalidad original y continuidad lateral de los estratos:** Los estratos, en el momento de su formación, se depositan de manera horizontal y paralela a la superficie de deposición.

**Principio de la superposición:** En una secuencia de estratos poco o nada deformados, los estratos más bajos son los más antiguos y los estratos más altos son los más modernos.

**Principio del uniformismo o actualismo:** Los procesos que han tenido lugar a lo largo de la historia de la Tierra han sido uniformes y similares a los procesos actuales.

## **2.3 Hipótesis**

### **2.3.1 Hipótesis general**

La adición del aditivo inhibidor en cimentaciones superficiales influye en la resistencia del concreto y en algunos casos eliminar la eflorescencia viviendas unifamiliares afectadas por esta patología en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023.

### **2.3.2 Hipótesis específicas**

- La adición de aditivo inhibidor influye en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales en la resistencia frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023
- La adición de aditivo inhibidor influye en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales para reducir la permeabilidad frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023.
- La adición de aditivo inhibidor influye en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales para reducir la absorción capilar frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023

## **3 METODOLOGÍA**

### **3.1 Metodología de la investigación**

#### **3.1.1 *Ámbito de estudio: localización política y geográfica***

La comunidad de Pillao Matao, está ubicada al SE de la ciudad del Cusco, que tiene una dirección de flujo de nivel freático S-N, ubicada en la Quebrada del mismo nombre.

Figura 11

Ubicación Geográfica para la aplicación de la Tesis



Peru



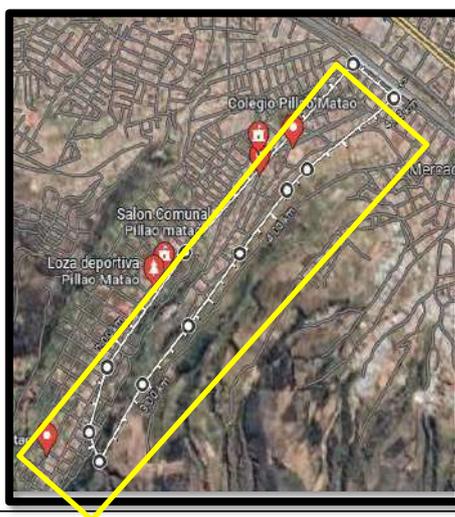
Cusco



Cusco



San Jerónimo



Comunidad de Pilla Matao



Zona a estudiar

Nota. Fuente: <https://map-peru.com> <https://www.google.com/maps/place/sanjeronimo>

### 3.1.2 *Accesibilidad*

El acceso a dicha vía es por medio de una trocha carrózale de aproximadamente 15km, luego por un pequeño camino solo de circulación para personas. La mencionada vía comienza en el terminal de ruta bajada de la empresa Pegaso, que está ubicada al SE de la ciudad del Cusco, en la margen derecha del río

La ubicación de la galería está casi a las faldas del cerro Pillao Matao. Se encuentra con el fluente del río Pillao Matao, es decir esta galería se encuentra en la margen izquierda del mencionado río. También se puede observar la presencia de quebradas tanto en la parte superior derecha e inferior derecha, la cual se encuentra alineada con la con otra quebrada ubicada en la parte inferior izquierda de dicha galería.

### **Figura 12**

*Geomorfología de la zona de estudio*



### 3.1.3 *Tipo y nivel de investigación*

La presente tesis cuenta con un enfoque de investigación cualitativo y cuantitativo debido a la colecta información que se va a realizar durante la investigación a través de los distintos ensayos necesarios para la determinación de las características químicas y físico – mecánicas del concreto con y sin aditivo, cada uno de estos ensayos se encuentra normado por las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y normas internacionales (ACI). Y cuantitativo a realizar

en el presente estudio es una investigación aplicada, debido a que se realizará la búsqueda de conocimientos necesarios para luego construir o modificar una realidad concreta.

El nivel de investigación adoptado en el presente proyecto es un estudio exploratorio ya que el objetivo es investigar un problema poco estudiado, en este caso se investigará la resistencia, permeabilidad y absorción capilar del concreto al adicionar el aditivo inhibidor en su elaboración.

Los estudios exploratorios se llevan a cabo con el propósito de investigar un tema o problema de investigación poco estudiado, sobre el cual existen muchas incertidumbres o no ha sido abordado previamente.

### **3.1.4 Enfoque de la investigación**

En el boceto podemos observar la altura máxima a estudiar y la profundidad máxima de las cimentaciones superficiales, lo primero es decirte que por la posición del muro aparecido las humedades (planta baja, sin planta sótano) y parecen ser humedades por capilaridad. (eflorescencia)

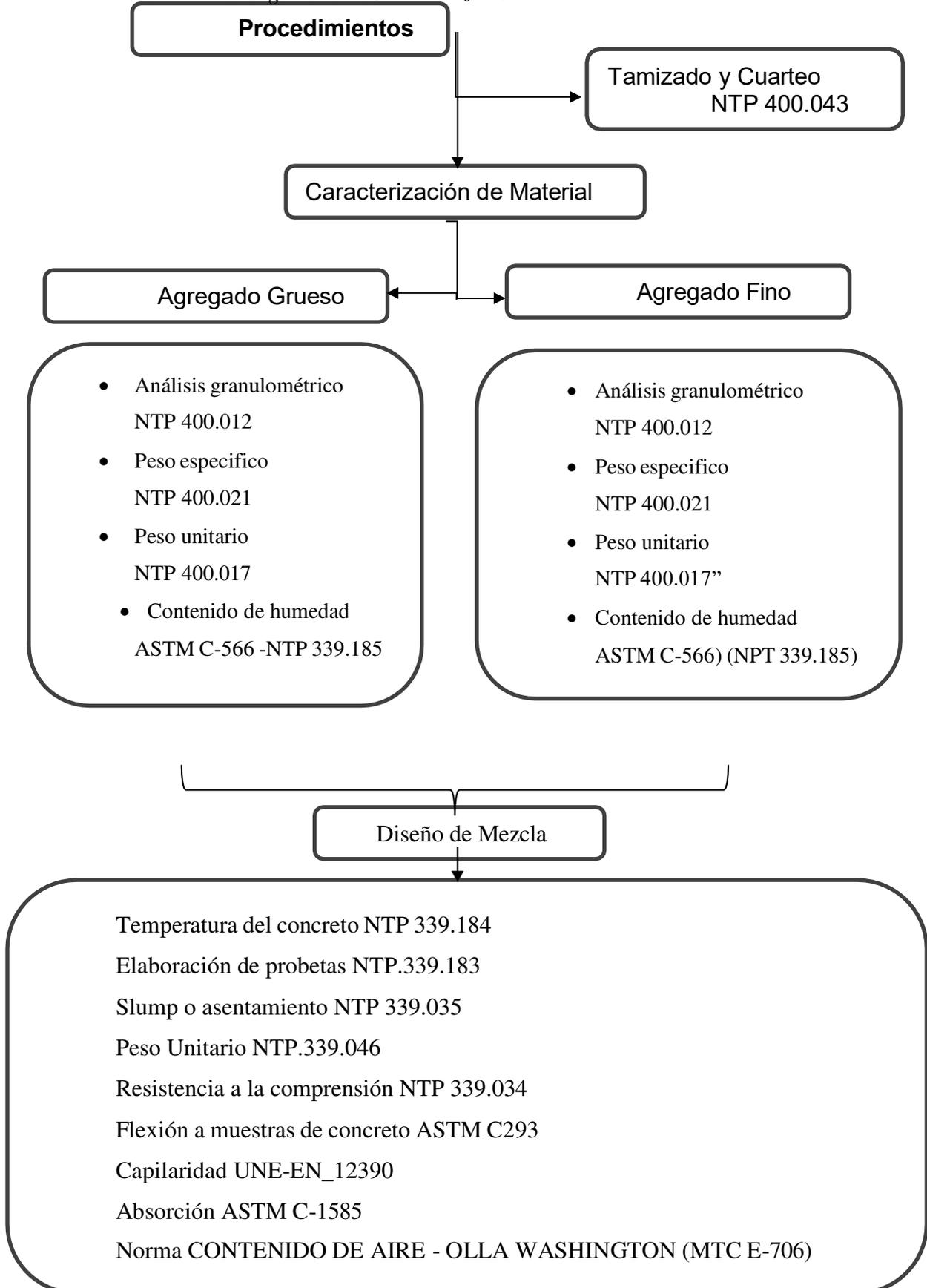
Este tipo de humedades es de las más frecuentes, junto con las de filtración directa, y se dan tanto edificios antiguos (como es vuestro caso) como en nuevos.

Las humedades por capilaridad aparecen siempre en las partes bajas de muros y tabiques de sótano o planta baja, cerca del terreno o de una zona con presencia de agua, y se deben al fenómeno físico de la capilaridad.

### **Figura 13**

*Boceto de área de estudio*



**Figura 14***Procedimiento de la investigación de Caracterización de Material*

### 3.2 Unidad de análisis

El diseño de la investigación se enfoca tanto cualitativamente y cuantitativamente como cualitativamente en la observación de los fenómenos que se están sucediendo directamente en el sitio, en este caso en las casas de los distritos de Distrito de san Jerónimo en Comunidad de Pillao Matao. A través de esta técnica se recolectará la información suficiente para determinar el origen de la humedad en los muros internos y externos en la muestra seleccionada para el proceso investigativo en las casas de los Distrito de san Jerónimo. El diseño y el método se basarán en los siguientes pasos:

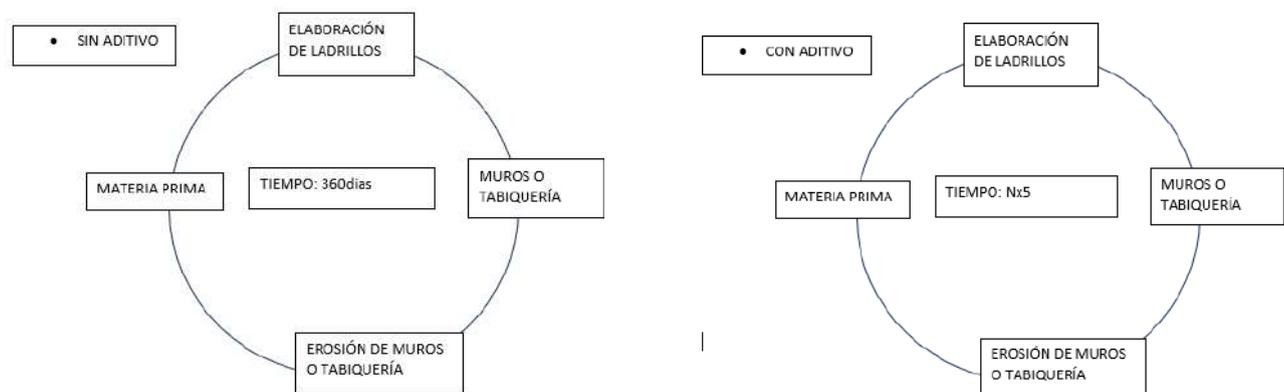
- Socialización del proyecto: Es el momento de acercamiento directo con la comunidad dueña del proyecto donde se expondrá el alcance e intensidad de la investigación.
- Visitas a pacientes enfermos: Se realiza la visita a las casas que conforman el conjunto residencial para levantar el censo de los pacientes enfermos.
- Muestra: se realiza la selección de la muestra entre los pacientes enfermos
- Descripción lesiones: una vez definidas las casas o pacientes a estudiar se realiza la identificación, descripción, trazabilidad y registro fotográfico de las lesiones encontradas.
- Realización de pruebas y métodos: En esta etapa se realizarán las distintas pruebas y métodos como prueba evaporación para ver el porcentaje de salitre en la zona, se tomará diversas pruebas para sacar un promedio final con base en las normas técnicas.

Y como cuantitativamente la investigación adoptada en el presente proyecto es un estudio en laboratorio ya que el objetivo es investigar un problema poco estudiado, en este caso se investigará la composición química del agua con salitre de la zona y los ensayos de la resistencia, permeabilidad, erosión y absorción capilar del concreto al adicionar el aditivo inhibidor en su elaboración y análisis de esfuerzo- deformación

- Para **Permeabilidad Cimentación**: Las muestras que se emplearán para este proyecto de investigación serán utilizadas para el análisis de esfuerzo a resistencia, absorción y permeabilidad, de las probetas cilíndricas las cuales seguirán el ensayo de permeabilidad según la norma de ensayo (UNE-EN-12390-8:2009)
- Para **Ciclo de la erosión hídrica cimentación-muros (sin y con aditivo)** se tomarán en cuenta el tiempo en que la erosión afectará las cimentaciones y el muro, dicho en otras palabras, el ciclo de vida de las cimentaciones y muros (Ardila, 2019).

**Figura 15**

*Ciclo de erosión hídrica cimentación*



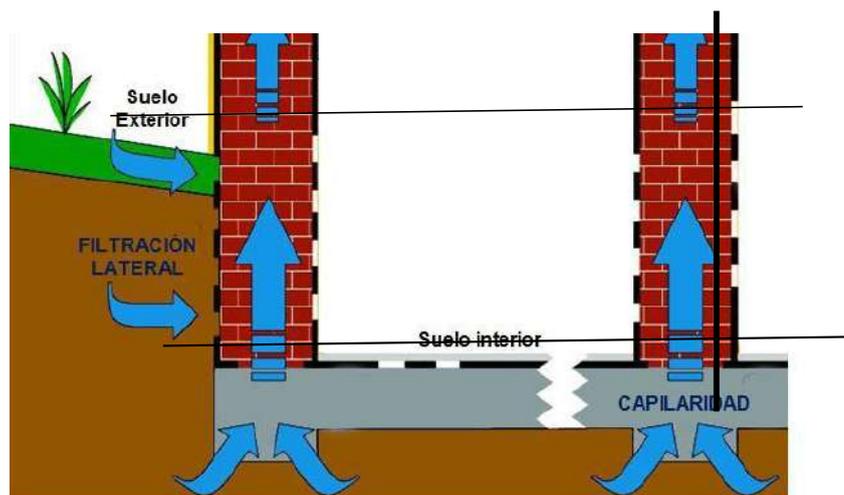
- Se logra sacar la conclusión que al utilizar el aditivo el ciclo significativamente su vida útil.
- El ensayo a utilizar será el más relacionado a la erosión, el ensayo de absorción de agua se define en normas internacionales como “water absorption” KS 02-1070 o “total water absorption” IS 1725 y SLS 1382 para bloques de tierra comprimida o adobe estabilizados. (Cid Falceto, 2012). En la norma técnica peruana el procedimiento se define dentro de la NTP 399.613. Los criterios de evaluación de cada norma se muestran a continuación:
- La **porosidad de fisuración cimentación**: las fisuras en el concreto armado son inevitables, ya que se producen cuando la estructura excede su capacidad de resistencia a la tracción, que generalmente es alrededor del 10% de la resistencia a

la compresión ( $0.1 f'c$ ), estas fisuras serán medidas con un escalímetro, de igual forma se medirán los poros en las briquetas para tomar la cuenta de la eflorescencia del salitre (Ardila, 2019).

- La **tensión capilar en cimentación**: es determinante en el comportamiento de la humedad por capilaridad, porque establece el valor de la porosidad y el diámetro capilar, factores que permiten determinar la altura capilar por lo cual se tomará la altura hasta donde aflore esta capilaridad, como se muestra en la figura la extensión del área de afectación en la que se producirá el proceso de deterioro (Bermudez & Lazaro, 2021).

**Figura 16**

*Permeabilidad Cimentación*



*Nota.* Extraído de. (<https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-guayaquil/hidraulica/cimentaciones-permeables/1537215>)

### **Análisis de Esfuerzo- Deformación del Concreto**

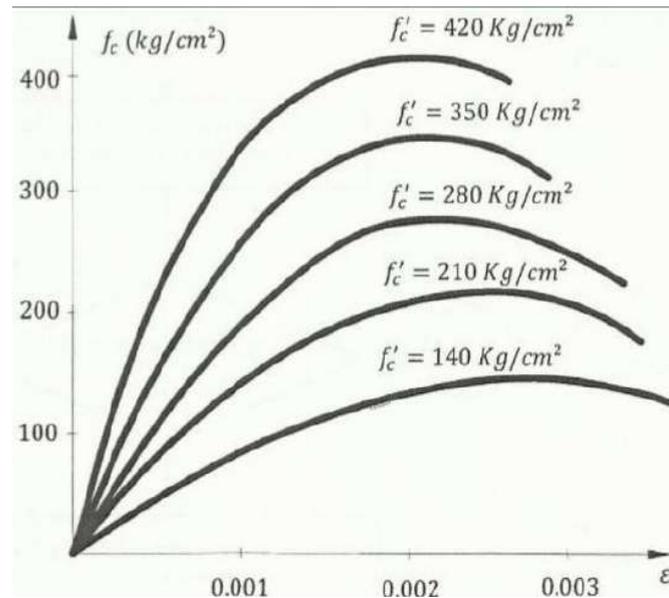
La curva de esfuerzo-deformación permite conocer

- Que el concreto no es un material elástico.
- El esfuerzo máximo se denomina “resistencia característica del concreto a la compresión a los 28 días.  $f'c$ ”

- El esfuerzo máximo para los diferentes concretos se alcanza para un valor de 0,002.
- La rotura se produce normalmente para una carga menor que la máxima, y para la deformación por lo general mayor de 0,003.

**Figura 17**

*Curva de esfuerzo-deformación*



*Nota. Extraído de: (<https://www.monografias.com/trabajos72/diagrama-esfuerzo-deformacion/diagrama-esfuerzo-deformacion>)*

- **Análisis de Esfuerzo- Deformación del Muro**

En el ámbito profesional el Ingeniero Civil es el encargado de verificar que los materiales con los que va a trabajar cumplan con las propiedades mecánicas dependiendo del tipo de obra civil, es así que procederá a tomar ciertas muestras para determinar el respectivo ensayo comprobando si las especificaciones del mismo son las verdaderas, caso contrario procederá con el respectivo reclamo, buscando que se le asigne materiales con las especificaciones requeridas. Esto se lo realiza para evitar cualquier tipo de inconveniente, o colapso de la obra civil. Este ensayo se lo realiza en materiales duros, semiduros y blandos (Calle, 2017).

Objetivos:

Observar el comportamiento de los diferentes mampuestos o muestras, los mismos que serán ensayados; sometidos a esfuerzos de compresión (con salitre y sin salitre)

Observar y familiarizarse con cada una de las diferentes fallas que se producen en cada muestra o mampuesto (con salitre y sin salitre)

Observar y determinar el mayor Esfuerzo que resiste cada Mampuesto, antes de su deformación (con salitre y sin salitre)

- **Ensayo de durabilidad en cimentación -muros**, como define el **ACI** la durabilidad del concreto, es habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, la abrasión, o cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzca deterioro de la cimentación-muros para alcanzar una adecuada durabilidad, seguiremos los siguientes pasos (Arias & Villa, 2019)
  - Elección de materiales.
  - Dosificación.
  - Fabricación y puesta en la obra
  - Mezclado durante el tiempo suficiente.
  - Transporte que mantenga la homogeneidad,
  - Vertido correcto del concreto, que impida su segregación.
  - Empleo del concreto con la consistencia que permita rellenar perfectamente todas las partes de la pieza colocada.
  - Evitar la mala práctica de añadir agua para que el concreto “corra”; si fuese necesario utilizar un aditivo
  - Compactación adecuada que evite la segregación y porosidad.
  - Curado que garantice la hidratación suficiente del cemento y el correcto endurecimiento del concreto.

- El **análisis de simulación del nivel freático en cimentación**, el objeto de de este análisis es estudiar la evaluación del nivel freático mediante un **software** y con este obtener un **perfil del nivel freático en la zona** por los cuales tomara en cuenta la medición de los distintos niveles freáticos (por medio de calicatas) a lo largo del territorio de estudio, por método las calicatas nos ayudaran a sacar un perfil del nivel freático (Calle, 2017).
- La **proporción es el 0.35% de aditivo, respecto del peso del cemento y es el más óptimo en** la ciudad de cusco de a temperaturas mayores de 32°C en el distrito de san jerónimo y es de 1.24 litros por m<sup>3</sup> de concreto (ASTM International, 1997).
- El **módulo de elasticidad y relación Poisson del concreto con aditivo** se realizará ensayos de compresión de especímenes con aditivo (briquetas) como indícala norma ASTM C469, y se procederá hacer los siguientes cálculos (Alvarez, 2017).
- **Calcúlese el módulo de elasticidad, próximo a 50,000 psi (344.74 Mpa) como sigue:**

$$E = (S2 - S1) / (\epsilon 2 - 0.000050)$$

Donde:

- E = modulo de elasticidad secante, psi
- S2 = esfuerzo correspondiente al 40 % de la carga última

- $S_1$  = esfuerzo correspondiente a la deformación longitudinal,  $\epsilon_1$ , de 50 millonésima, y
- $\epsilon_2$  = deformación longitudinal producida por el esfuerzo  $S_2$
- *Calcúlese la relación de Poisson próximo a 0.01 como sigue:*

$$\mu = (\epsilon_2 - \epsilon_1) / (\epsilon_2 - 0.000050)$$

Donde:

- $\mu$  = relación de Poisson
- $\epsilon_2$  = deformación transversal a media altura del espécimen, producida por el esfuerzo  $S_2$ , y
- $\epsilon_1$  = deformación transversal a media altura del espécimen, producida por el esfuerzo  $S_1$ .

#### • **Ensayo De Absorción**

El ensayo de absorción se realizó siguiendo el procedimiento establecido en la Norma Técnica Peruana 399.604 (2002). Para la elaboración de este ensayo se tuvo como muestra 4 bloques de (20x20x50), 2 bloques con aditivo y 2 bloques sin aditivo, haciendo un total de 4 bloques de (20x20x50) concreto como muestra para este ensayo (ASTM International, 2001). Para el cálculo del porcentaje de absorción se utilizó la siguiente fórmula: *Absorción %* =  $((W_s - W_d) / W_d) \times 100$

Para el cálculo de la densidad de la unidad de albañilería se utilizó la siguiente fórmula: 60

$$\text{Densidad (gr/cm}^3\text{)} = W_d / W_s - W_i$$

Donde:

$W_s$  = peso saturado del espécimen (gr).

$W_i$  = peso sumergido del espécimen (gr).

$W_d$ =peso seco al horno del espécimen (gr).

**Tabla 6**

*Resultados del ensayo de absorción*

| <b>Características</b>                   | <b>Unidad</b> | <b>Ensayo</b> |
|--|---------------|---------------|
| Peso saturado del espécimen              | gr.           |               |
| Peso sumergido del espécimen             | gr.           |               |
| Peso seco en estufa del espécimen(110°C) | gr            |               |
| Agua absorbida                           |               |               |

### **3.2.1 Método de investigación**

El método de la investigación es hipotético – deductivo porque se buscará la comprobar las hipótesis planteadas y mediante el análisis de los resultados obtenidos en los ensayos se podrán establecer las conclusiones de la investigación.

En este método, las hipótesis son puntos de partida para nuevas deducciones. Se parte de una hipótesis inferida de principios o leyes o sugerida por los datos empíricos, y aplicando las reglas de la deducción, se arriba a predicciones que se someten a verificación empírica, y si hay correspondencia con los hechos, se comprueba la veracidad o no de la hipótesis de partida. Incluso, cuando de la hipótesis se arriba a predicciones empíricas contradictorias, las conclusiones que se derivan son muy importantes, pues ello demuestra la inconsistencia lógica de la hipótesis de partida y se hace necesario reformularla. (Rodríguez, A. y Pérez, A. O. 2017)

### **3.3 Diseño de la investigación.**

#### **3.3.1 Diseño metodológico**

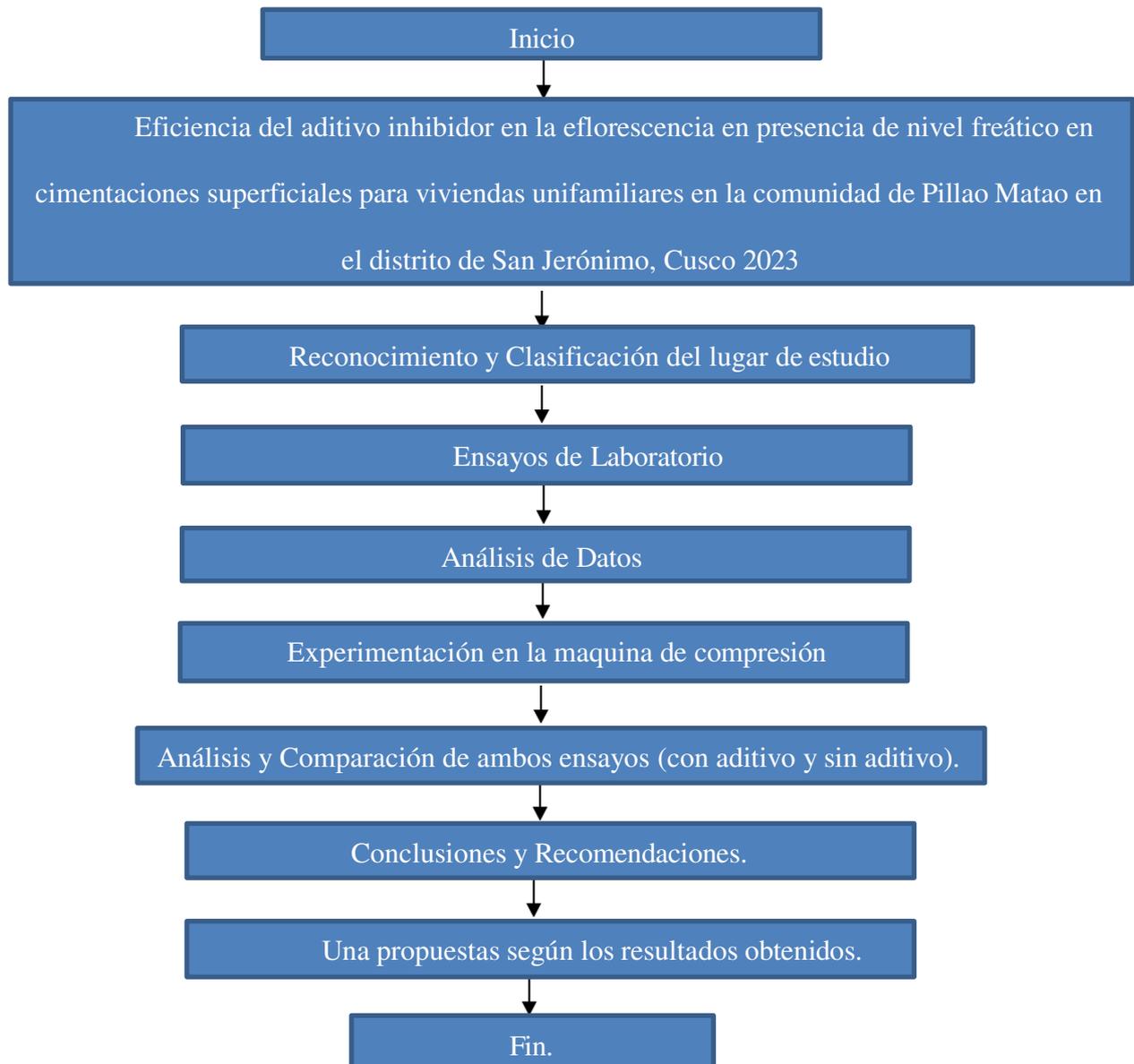
El diseño de la presente investigación es de carácter experimental, se propone este tipo de diseño por el hecho de que se manipulará el equipo de compresión para poder determinar

los parámetros de resistencia, capilaridad, erosión, del concreto con el aditivo inhibidor y sin el aditivo inhibidor, Como indica nuestra Matriz de Operacionalización de variables

### 3.3.2 *Diseño de ingeniería*

#### **Figura 18**

##### *Diseño de ingeniería*



### **3.4 Población y Muestra**

#### **3.4.1 Población**

##### **3.4.1.1 Descripción de la población**

En el ámbito de investigación, población, constituida mediante la Comunidad. Pillao Matao del distrito de San Jerónimo, provincia del Cusco, debido a que se hizo estudios previos del salitre en distintos puntos de la ciudad de cusco por el método de evaporación y se encontró un que en la comunidad de Pillao Matao la cantidad de salitre que por cada litro de agua fue de 15gr de salitre ,el estudio está relacionado a conocer la reacción química y físico -mecánica del salitre con el concreto como por que esta eflorescencia (salitre) es consistente y como este daña las características estructurales de las viviendas unifamiliares y edificaciones unifamiliares y algunos colegios.

##### **3.4.1.2 4.3.1.2. Cuantificación de la población**

La población a ser estudiada está representada por el área de 30 733.00 m<sup>2</sup>, un perímetro de 1.121 m de la Comunidad de Pillao Matao en la provincia de Cusco, también está constituido por la fabricación de briquetas de concreto elaborados siguiendo todas las normas.

### **3.5 Tamaño de muestra**

De las 100 viviendas que corresponden al 100% de la población del Distrito de san Jerónimo, se evidencia con base al censo realizado que 52 casas que corresponde al 52% de la población se encuentran afectadas por la presencia de humedad en muros interiores y exteriores, 10 casas que son las que presentan lesiones más críticas que corresponde al 10% del censo de pacientes enfermos.

- Porcentaje de pacientes enfermos:  $(31 \div 52) \times 100 = 52\%$
- Porcentaje muestra seleccionada:  $(10 \div 31) \times 100 = 10\%$

El tamaño de muestra de la presente investigación se consideró como referencia a las unidades mínimas de ensayos son de 3 unidades para cada ensayo que establece la norma E070 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Tomando para el siguiente estudio una muestra de 12 unidades para cada ensayo. que hacen un total de 24 unidades. Finalmente, la muestra queda determinada de la siguiente manera:

- $n_1$ = 12 unidades de bloques de concreto (briquetas) con aditivo
- $n_2$ = 12 unidades de bloques de concreto (briquetas) sin aditivo

Donde:

$n_1$ =cantidad de bloques de concreto (briquetas) sin adición del aditivo inhibidor.

$n_2$ = cantidad de bloques de concreto (briquetas) con adición del aditivo inhibidor

### **3.5.1 Muestra**

#### **3.5.1.1 Descripción de la muestra**

Con fines de investigación la muestra representativa en la presente tesis será igual a la población. De la cuales como indica la población tomaremos una muestra de 100 viviendas y también es constituido por las 24 briquetas que se fabricaran en el laboratorio siguiendo todas las normas establecidas para el ensayo de compresión.

#### **3.5.1.2 Método de muestreo**

El motivo por el cual la muestra se toma de manera aleatoria se da para caracterizar de mejor manera el suelo del lugar. En las muestras probabilísticas, todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. Estas muestras se obtienen al definir las características de la población y el tamaño de la muestra, y mediante la selección aleatoria o mecánica de las unidades de análisis. Imagínese el procedimiento para obtener el número premiado en un sorteo de lotería. Este número se va formando en el momento del sorteo. En las loterías tradicionales, a partir de las esferas con un dígito que se extraen (después

de revolverlas mecánicamente) hasta formar el número, de manera que todos los números tienen la misma probabilidad de ser elegidos. (Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernandez Callado. Pilar Baptista Lucio, 2010)

### **3.5.1.3 Criterios de evaluación de muestra**

A partir de criterios de la norma E070 del reglamento nacional de edificaciones (RNE) se toman las muestras de manera aleatoria. Las muestras probabilísticas son esenciales en los diseños de investigación transeccionales, tanto descriptivos como correlacionales-causales (las encuestas de opinión o surveys, por ejemplo), donde se pretende hacer estimaciones de variables en la población. Estas variables se miden y se analizan con pruebas estadísticas en una muestra, donde se presupone que ésta es probabilística y todos los elementos de la población tienen una misma probabilidad de ser elegidos. (Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernandez Callado. Pilar Baptista Lucio, 2010)

### **3.5.2 Criterios de inclusión**

Las muestras tomadas son válidas debido a los siguientes criterios:

Las calicatas a ser evaluadas servirán para la verificar a que profundidad encontramos nivel freático y el agua será extraída de la zona de estudio que en este caso es de la Comunidad de Pillao Matao.

El censo de las viviendas que corresponden al 100% de la población del Distrito de san Jerónimo, serán las que se encuentran afectadas por la presencia de humedad en muros interiores y exteriores.

La fabricación de las briquetas deberá seguir un buen diseño de mezcla con los ensayos previos (Análisis granulométrico, Peso específico, Peso unitario y contenido de humedad) y deberán ser puestos a compresión con el equipo del laboratorio (calibrado) a los 7días ,14días ,21días y 28días.

### 3.6 Instrumentos

#### 3.6.1 Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos

**Tabla 7**

*Contenido de Humedad de Agregados Finos (NTP 339.185)*

|   |   |  |                            |                                  |                   |
|---|---|--|----------------------------|----------------------------------|-------------------|
| <br><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> |  | <b>LABORATORIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185 )</b>                          |                            |                                  |                   |
|   |   | <b>ENSAYO</b><br><b>TESIS DE GRADO</b><br><b>FECHA</b><br><br><b>AGREGADO FINO</b> | <b>NUEMERO DE MUESTRAS</b> | <b>CAPSULA -1</b>                | <b>CAPSULA -2</b> |
|   |   | PESO DE LA CAPSULA   | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | PESO DE LA CAPSULA + PESO DE MUESTRA HUEDA   | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | PESO DE LA MUESTRA HUMEDA  | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | PESO DE LA CAPSULA+PESO DE LA MUESTRA SECA   | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | PESO DE LA MUESTRA SECA  | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | CONTENIDO DE AGUA  | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | PORCENTAJE DE HUMEDAD  | (%)                        |                                  |                   |
|   |   |  |                            | <b>PROMEDIO</b>                  |                   |
|   |   |  |                            | <b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)=</b> | <b>%</b>          |

**Tabla 8**

*Contenido de Humedad de Agregados Gruesos (NTP 339.185)*

|   |   |  |                            |                                  |                   |
|---|---|--|----------------------------|----------------------------------|-------------------|
| <br><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b><br><b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b><br><b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> |  | <b>LABORATORIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.185 )</b>                            |                            |                                  |                   |
|   |   | <b>ENSAYO</b><br><b>TESIS DE GRADO</b><br><b>FECHA</b><br><br><b>AGREGADO GRUESO</b> | <b>NUEMERO DE MUESTRAS</b> | <b>CAPSULA -1</b>                | <b>CAPSULA -2</b> |
|   |   | PESO DE LA CAPSULA   | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | PESO DE LA CAPSULA + PESO DE MUESTRA HUEDA   | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | PESO DE LA MUESTRA HUMEDA  | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | PESO DE LA CAPSULA+PESO DE LA MUESTRA SECA   | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | PESO DE LA MUESTRA SECA  | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | CONTENIDO DE AGUA  | (gr.)                      |                                  |                   |
|   |   | PORCENTAJE DE HUMEDAD  | (%)                        |                                  |                   |
|   |   |  |                            | <b>PROMEDIO</b>                  |                   |
|   |   |  |                            | <b>CONTENIDO DE HUMEDAD (%)=</b> | <b>%</b>          |

**Tabla 9**

*Laboratorio de Peso Unitario, Peso Unitario Compactado Del Agregado Fino (PUC) (NTP 400.017)*



ENSAYO  
TESIS DE GRADO  
FECHA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE PESO UNITARIO (NTP 400.017)  
AGREGADO FINO

| NUMERO DE MUESTRAS                    | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 | ENSAYO 3 |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| PESO DEL RESIPIENTE                   | Kg       |          |          |
| PESO DEL RESIPIENTE + PESO DE MUESTRA | Kg       |          |          |
| PESO DE LA MUESTRA                    | Kg       |          |          |
| VOLUMEN DEL RESIPIENTE                | m3       |          |          |
| PESO UNITARIO SUELTO                  | Kg/m3    |          |          |
| <b>PROMEDIO</b>                       |          |          |          |
| PESO UNITARIO(Kg/m3)=                 |          |          | Kg/m3    |

**Tabla 10**

*Laboratorio de Peso Unitario, Peso Unitario Compactado Del Agregado Grueso (PUC) (NTP 400.017)*



ENSAYO  
TESIS DE GRADO  
FECHA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



LABORATORIO DE PESO UNITARIO (NTP 400.017)  
AGREGADO GRUESO

| NUMERO DE MUESTRAS                    | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 | ENSAYO 3 |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| PESO DEL RESIPIENTE                   | Kg       |          |          |
| PESO DEL RESIPIENTE + PESO DE MUESTRA | Kg       |          |          |
| PESO DE LA MUESTRA                    | Kg       |          |          |
| VOLUMEN DEL RESIPIENTE                | m3       |          |          |
| PESO UNITARIO SUELTO                  | Kg/m3    |          |          |
| <b>PROMEDIO</b>                       |          |          |          |
| PESO UNITARIO(Kg/m3)=                 |          |          | Kg/m3    |

**Tabla 11***Peso Específico Del Agregado Fino (NTP 400.021)*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO  
TESIS DE GRADO  
FECHA

PESO ESPECIFICO (NTP 400.021)

AGREGADO FINO

|  | NUMERO DE MUESTRAS | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 |
|--|--------------------|----------|----------|
| PESO DE LA ARENA SUPERFICIAL MENTE SECA+PESO DEL BALON+PESO DEL AGUA |                    | gr       |          |
| PESO DE LA ARENA SUPERFICIAL MENTE SECA+PESO DEL BALON               |                    | gr       |          |
| PESO DEL AGUA  |                    | gr       |          |
| PESO DE LA ARENA SECA AL HORNO+PESO DEL BALON                        |                    | gr       |          |
| PESO DEL BALON   |                    | gr       |          |
| VOLUMEN DE BALON   |                    | ml       |          |
| PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SUPERFICIALMENTE SECA                    |                    | gr       |          |
|  | <b>PROMEDIO</b>    |          |          |
| <b>RESULTADOS</b>  |                    |          |          |
| PESO ESPECIFICO DE MASA P.E.M  |                    | gr/cm3   |          |
| P.E DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S               |                    | gr/cm3   |          |
| PESO ESPECIFICO APARENTE P.E.A                                       |                    | gr/cm3   |          |
| PORCENTAJE DE ADSORCION: %ABS  |                    | %        |          |

**Tabla 12***Peso Específico Y Absorción De Agregado Grueso (NTP 400.021)*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO  
TESIS DE GRADO  
FECHA

PESO ESPECIFICO (NTP 400.021)

AGREGADO GRUESO

| <b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO</b>  |                    |          |          |
|--|--------------------|----------|----------|
|  | NUMERO DE MUESTRAS | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 |
| PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO                       |                    | gr       |          |
| PESO DE LA MUESTRA SATURA SUPERFICIALMENTE SECA        |                    | gr       |          |
| PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA                           |                    | gr       |          |
|  | <b>PROMEDIO</b>    |          |          |
| <b>RESULTADOS</b>                                      |                    |          |          |
| PESO ESPECIFICO DE MASA P.E.M                          |                    | gr/cm3   |          |
| P.E DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S |                    | gr/cm3   |          |
| PESO ESPECIFICO APARENTE P.E.A                         |                    | gr/cm3   |          |
| PORCENTAJE DE ADSORCION: %ABS                          |                    | %        |          |

**Tabla 13***Granulometría De Agregado Grueso (NTP 400.012)*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

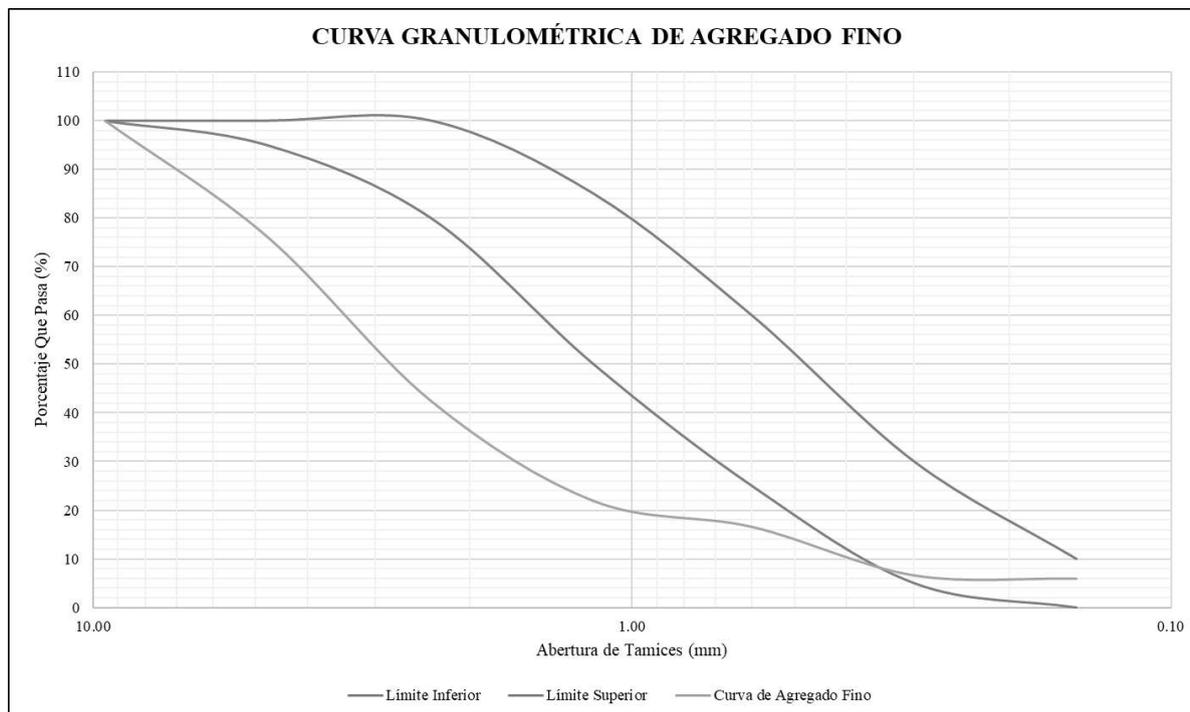


ENSAYO  
TESIS DE GRADO  
FECHA  
  
AGREGADO GRUESO

PESO ESPECIFICO (NTP 400.021)

| N° Tamiz         | Abertura (mm) | Peso de la malla (g) | Peso malla + muestra (g) | Peso Retenido (g) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Retenido Acumulado (%) | Porcentaje que Pasa (%) |
|------------------|---------------|----------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 3/8"             | 9.50          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| N° 4             | 4.75          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| N° 10            | 2.00          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| N° 20            | 0.64          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| N° 30            | 0.60          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| N° 40            | 0.43          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| N° 60            | 0.25          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| N° 100           | 0.15          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| N° 200           | 0.08          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| FONDO            | 0.00          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| <b>TOTAL</b>     |               |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| Módulo de Finura |               |                      | 0.00                     |                   |                         |                                   |                         |
| Según ASTM C33   |               |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| 2.3 < MF < 3.1   |               |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |

| <b>AG.Fino - Análisis del Tamizado ASTM C33</b> |           |                     |  | <b>Límite</b>                  |
|---|-----------|---------------------|--|--------------------------------|
| <b>TAMIZ</b>                                    |           | <b>Límite</b>       |  | <b>% Que Pasa Superior (%)</b> |
| <b>Pulg.</b>                                    | <b>mm</b> | <b>Inferior (%)</b> |  |                                |
| 3/8"  | 9.50      | 100                 |  | 100                            |
| N° 4  | 4.75      | 95                  |  | 100                            |
| N° 8  | 2.36      | 80                  |  | 100                            |
| N° 16   | 1.18      | 50                  |  | 85                             |
| N° 30   | 0.60      | 25                  |  | 60                             |
| N° 50   | 0.30      | 5                   |  | 30                             |
| N° 100  | 0.15      | 0                   |  | 10                             |

**Figura 19***Curva Granulométrica del Agregado Fino de Vicho***Tabla 14***Granulometría De Agregado Grueso (NTP 400.012)*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO  
TESIS DE GRADO  
FECHA

PESO ESPECIFICO (NTP 400.021)

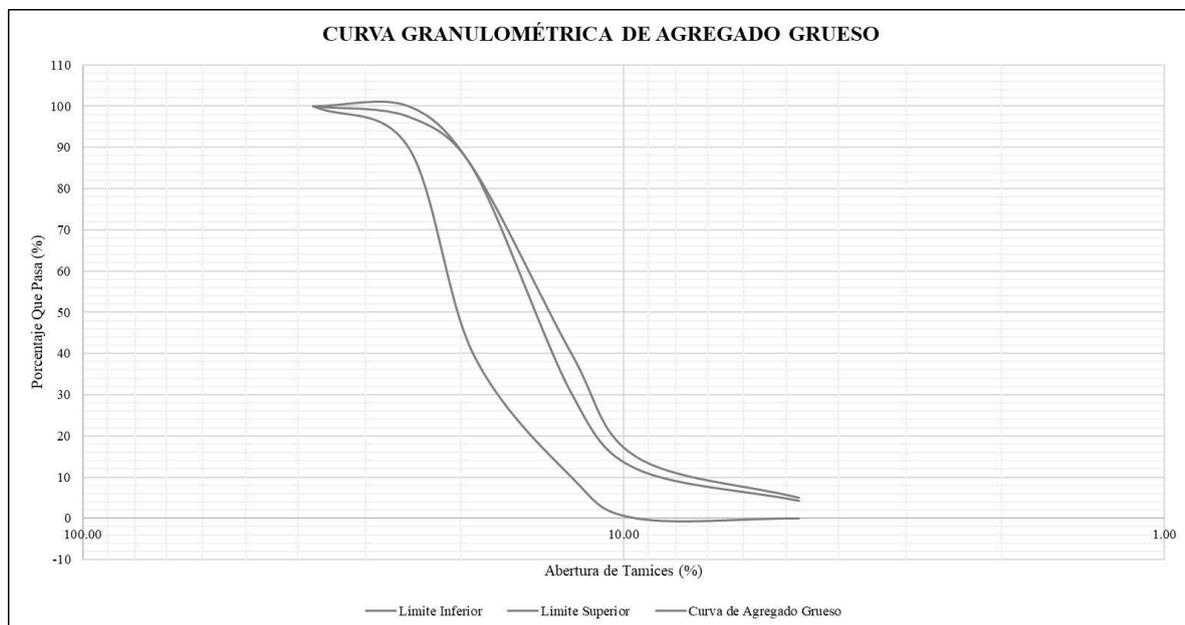
AGREGADO GRUESO

| Nº Tamiz     | Abertura (mm) | Peso de la malla (g) | Peso malla + muestro (g) | Peso Retenido (g) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Retenido Acumulado (%) | Porcentaje que Pasa (%) |
|--------------|---------------|----------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 1 1/2"       | 37.50         |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| 1"           | 25.00         |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| 3/4"         | 19.00         |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| 1/2"         | 12.50         |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| 3/8"         | 9.50          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| Nº 4         | 4.75          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| FONDO        | 0.00          |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
| <b>TOTAL</b> |               |                      |                          |                   |                         |                                   |                         |
|              |               |                      | Tamaño Máximo Nominal    | 1"                |                         |                                   |                         |
|              |               |                      | Tamaño Máximo            | 1 1/2"            |                         |                                   |                         |

| AG. Grueso - Análisis del Tamizado ASTM C33 |       |                     |                     |
|---|-------|---------------------|---------------------|
| HUSO 56                                     |       |                     |                     |
| TAMIZ                                       |       | Límite Inferior (%) | Límite Superior (%) |
| Pulg.                                       | mm    | % Que Pasa          |                     |
| 1 1/2"                                      | 37.50 | 100                 | 100                 |
| 1"  | 25.00 | 90                  | 100                 |
| 3/4"  | 19.00 | 40                  | 85                  |
| 1/2"  | 12.50 | 10                  | 40                  |
| 3/8"  | 9.50  | 0                   | 15                  |
| Nº 4  | 4.75  | 0                   | 5                   |

**Figura20**

*Curva Granulométrica del Agregado Fino de Vicho*



### 3.6.2 Ensayo de capilaridad (UNE-EN 1925:1999)

**Tabla 15**

*Formato de ensayo de capilaridad*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS DE GRADO EFICIENCIA DEL ADITIVO INHIBIDOR EN LA EFLORESCENCIA EN PRESENCIA DE NIVEL FREÁTICO EN CIMENTACIONES SUPERFICIALES PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA COMUNIDAD DE PILLAO MATAO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO, CUSCO 2023

TESISTA  
FECHA  
ENSAYO Ensayo de capilaridad (UNE-EN 1925:1999)  
LUGAR LABORATORIO DE SUELOS, DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNSAAC  
TIPO DE CONCRETO CONCRETO NORMAL

---

| Probetas (relación a/c) | ancho (a) (cm) | largo (b) (cm) | altura humd. (hi) (cm) | Área capilar (cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|----------------|----------------|------------------------|---------------------------------|
|-------------------------|----------------|----------------|------------------------|---------------------------------|

---

$$S = 2(a + b) * hi$$

$$k = \frac{P * t}{S}$$

---

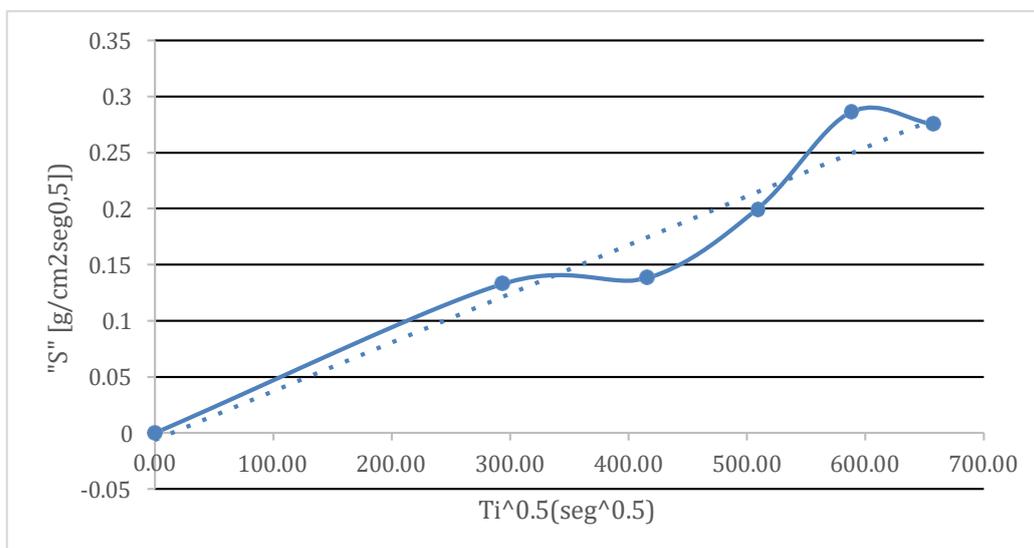
| Probetas (relación a/c) | Peso agua absorbida | Tiempo de exposición (horas) | Área capilar (S) |
|-------------------------|---------------------|------------------------------|------------------|
|-------------------------|---------------------|------------------------------|------------------|

---

| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P) (gr) | Tiempo de exposición (T) (horas) | Área capilar (S) (cm <sup>2</sup> ) | Capilaridad (k) (gr/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|

**Figura 21**

*Capilaridad vs a/c*



### 3.6.3 Ensayo de OLLA WASHINGTON (ASTM C231)

**Tabla 16**

*formato de recolección de datos Olla Washington (ASTM C231)*

| NUMERO DE MUESTRAS  | ENSAYO 1 | ENSAYO 2 |
|---|----------|----------|
| contenido de aire aparente de la muestra (%), lectura de-1 manómetro.(A1)                               | %        |          |
| factor de corrección del agregado (%). ( G )  | %        |          |
| contenido de aire de la muestra (%)(As ) •(A -G)  | %        |          |
| volumen absoluto de los ingredientes de la mezcla que pasan e-1 tamiz (37.5 mm.) en pie-s3 (m3).(Vc !   | m3       |          |
| volumen absoluto de los ingredientes de la mezcla, en pie-s3 (m3). (Vt )                                | m3       |          |
| volumen absoluto de los agregados grueso de la mezcla que se detiene en e-1 tamiz de 37.5 mm pi-s3. (V) | m3       |          |
| Contenido de aire de la mezcla completa (As)  | m3       |          |
| <b>Contenido de aire</b>  |          |          |

### 3.6.4 RECOLECCIÓN DE DATOS ENSAYO DE CAMPO

#### a) Obtención de datos

De cada paciente (vivienda unifamiliar) se plantea recolectar datos cualitativos y cuantitativos para su posterior análisis en cuanto el tipo de afectación que tienen y la cantidad de área afectada en cimentaciones y paredes de la vivienda.

Se observará y tomará nota de la cantidad total de área de la vivienda, área de construcción de la vivienda, dimensiones del tamaño de área afectada visible en paredes, el tipo de problemas para identificar si se tiene un paciente grave o leve y se calculará el área afectada en relación al total.

#### **Criterios de conclusión**

- Construcciones de viviendas unifamiliares con cimentaciones de concreto.
- Construcciones que presenten o hayan presentado en temporadas de lluvia o temporadas de sequía, algún tipo de eflorescencia visible.

#### **Criterios de exclusión**

- Construcciones situadas en zonas fuera de la zona de estudio del que no se posibilite la identificación de la obra o su área construida desde la calle.
- Construcciones en las que se haya utilizado algún tipo de aditivo para la construcción.

- Construcciones en las que se haya removido el material de tierra por debajo de la construcción y se haya hecho un intercambio que no permita la existencia de nivel freático.

### Recolección de datos

Se hará uso de una ficha de recolección de datos para cada paciente. Ésta recogerá los siguientes datos luego de la observación y anotación para el posterior análisis.

Todo el proceso de recolección de datos en los pacientes se realizó evidenciándola y documentándola mediante fotografías.

### Ficha de recolección de datos:

En las figuras a continuación se muestran las fichas de recolección de datos en blanco para pacientes con lesiones leves y graves.

**Tabla 17**

*Ficha de paciente con lesión grave.*

| HUEMDAD                              |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                      |   |  |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|---|--|
| FACTORES                             | T-1 (m <sup>2</sup> ) | T-2 (m <sup>2</sup> ) | T-3 (m <sup>2</sup> ) | T-4 (m <sup>2</sup> ) | T-5 (m <sup>2</sup> ) | T-6 (m <sup>2</sup> ) | T-7 (m <sup>2</sup> ) | T-8 (m <sup>2</sup> ) | T-9 (m <sup>2</sup> ) | T-10 (m <sup>2</sup> ) | MUESTRAS ENCONTRADAS | % |  |
| FITRACION                            |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                      |   |  |
| CAPILARIDAD                          |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                      |   |  |
| CONDENSACIÓN                         |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                      |   |  |
| CRECIMIENTO DE MOHO                  |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                      |   |  |
| AGUA DE LLUVIA                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                      |   |  |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        |                      |   |  |

**Tabla 18**

*Ficha de paciente con lesión grave*

| COLOR                                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |                        |   |
|--------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------------------------|---|
| CLASIFICACIÓN                        | T-1 | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | T-8 | T-9 | T-10 | PATOLOGIAS ENCONTRADAS | % |
| BLANQUECINO                          |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |                        |   |
| MARRON                               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |                        |   |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |                        |   |

### 3.6.5 LABORATORIO DE GRANULOMETRIA (NTP 400.012)

#### 3.6.5.1 Análisis de granulometría del agregado fino

##### a) Objetivos

Se determina la distribución de partículas de agregados gruesos y finos en una muestra seca de peso conocido mediante el uso de una serie de tamices de abertura cuadrada.

##### b) Instrumentos o equipos utilizados

- Balanza: En el caso del agregado fino, se sugiere una balanza con una precisión de aproximadamente 0.1 g, mientras que, para el agregado grueso, se recomienda una balanza con una aproximación de 0.5 g. Agitador mecánico de Tamices: en caso sea necesario.
- Horno o estufa: capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ .
- Conjunto de tamices. (tanto para agregado fino y agregado grueso).
- Cucharón de un tamaño conveniente para llenar el ultimo tamiz con el agregado.

##### c) Procedimiento

Para obtener los datos de promedio de peso retenido, % Retenido, % Retenido acumulado, % Que pasa y Modulo de Finura se utilizaron las siguientes formulas:

$$\text{Promedio de Peso Retenido} = \frac{\Sigma (\text{Peso Retenido})}{\# \text{ Muestras}}$$

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido}}{\text{Peso Total}}$$

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido} + \% \text{ Retenido Anterior}$$

$$\text{Modulo de Finura} = \frac{\Sigma (\% \text{ Retenido mallas } N^\circ 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana (NTP) 400.037, se establecieron los límites del porcentaje que pasa y los límites del Módulo de Finura.

**Figura 22**

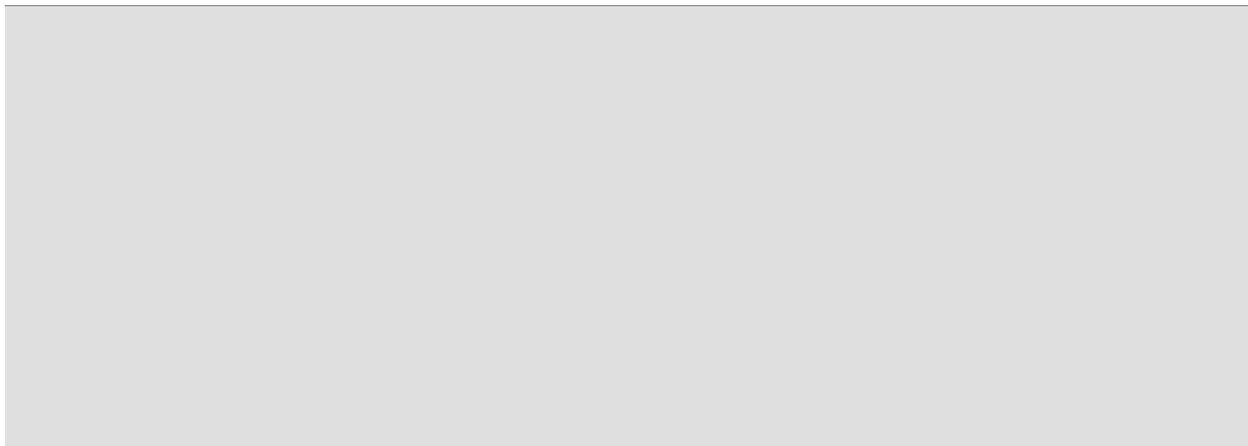
*Tamizado de agregado fino*

**Figura 23**

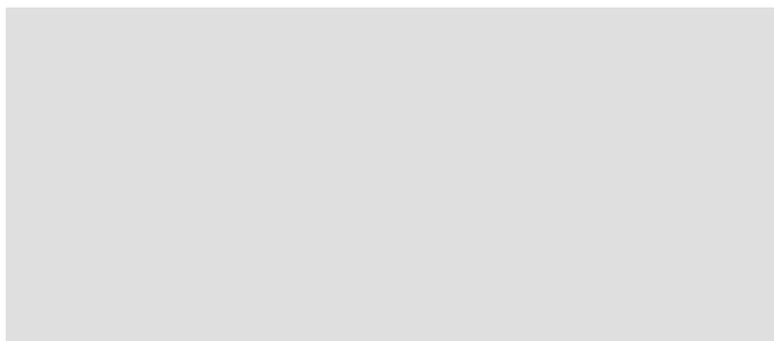
*Proceso de tamizado*



d) Toma de Datos

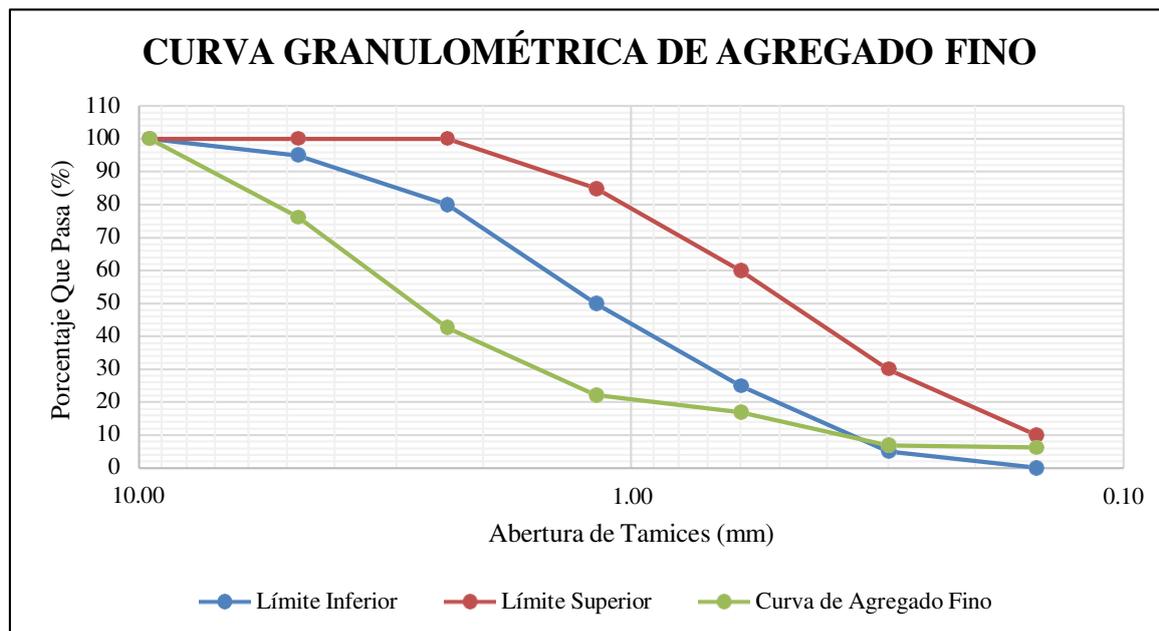
**Tabla 19***Peso específico y absorción de agregado fino*

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| <b>Módulo de Finura</b>     | <b>2.89</b> |
| <b>Según ASTM C33</b>       |             |
| <b>2.3 &lt; MF &lt; 3.1</b> |             |



**Figura 24**

*Curva Granulométrica del Agregado Fino de Vicho*



e) Análisis de la prueba

**Primera corrección que se realizó:** La curva granulométrica del agregado fino de la cantera de Vicho se situaba por debajo de los límites mínimos permitidos establecidos en la NTP 400.037. Además, **el módulo de finura muestra en el primer ensayo nos dio, con un valor de 3.96**, superando el límite máximo de 3.1 especificado en la misma normativa (NTP 400.037). por lo que se realizó una corrección del agregado fino. **(se tomó la decisión de no comprar los agregados de la tienda N1)**

**Segunda corrección que se realizó:** En cuanto al agregado fino proveniente de la cantera de Vicho, su curva granulométrica excede los límites máximos permitidos por la NTP 400.037. **El módulo de finura indica una mayor presencia de material fino, registrando un valor de 1.90**, que está por debajo del límite máximo de 2.3 indicado en la misma normativa. **(se tomó la decisión de no comprar los agregados de la tienda N2)**

La distribución de tamaños de partículas en el agregado fino cribado proveniente de las canteras de Vicho y se encuentra dentro de los límites permitidos establecidos por la NTP 400.037. **El módulo de finura refleja una gradación adecuada, con un valor de 2.89,** situándose dentro del rango especificado de 2.3 a 3.1 según la NTP 400.037. **(se tomó la decisión de comprar los agregados de la tienda N3)**

### 3.6.5.2 Análisis de granulometría del agregado fino

#### a) Objetivos

- La distribución de partículas de agregados gruesos y finos en una muestra seca, cuyo peso es conocido, se establece mediante el uso de tamices de abertura cuadrada dispuestos en una serie.

#### b) Instrumentos o equipos utilizados

- Balanzas: se sugiere que, al pesar agregado fino, se utilice una aproximación de 0.1 g, mientras que, al pesar agregado grueso, se recomienda una aproximación de 0.5 g.
- Agitador mecánico de Tamices: en caso sea necesario.
- Horno o estufa: capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Conjunto de tamices. (tanto para agregado fino y agregado grueso).
- Cucharón de un tamaño conveniente para llenar el ultimo tamiz con el agregado.

#### c) Procedimiento

Para obtener los datos de promedio de peso retenido, % Retenido, % Retenido acumulado, % Que pasa y Modulo de Finura se utilizaron la siguientes formulas:

$$\text{Promedio de Peso Retenido} = \frac{\Sigma (\text{Peso Retenido})}{\# \text{ Muestras}}$$

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido}}{\text{Peso Total}}$$

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido} + \% \text{ Retenido Anterior}$$

$$\text{Modulo de Finura} = \frac{\Sigma (\% \text{ Retenido mallas } 3, 1 \frac{1}{2}, 3/4", 1/2", 3/8", N^{\circ}4) + 500}{100}$$

Según la Norma Técnica Peruana (NTP) 400.037, los límites se establecen en base al porcentaje que pasa a través de las mallas de tamizado. El tamaño máximo se refiere al diámetro de la malla por la cual todo el material del agregado grueso pasa. Por otro lado, el tamaño máximo nominal corresponde al diámetro de la primera malla por la cual el agregado grueso queda retenido.

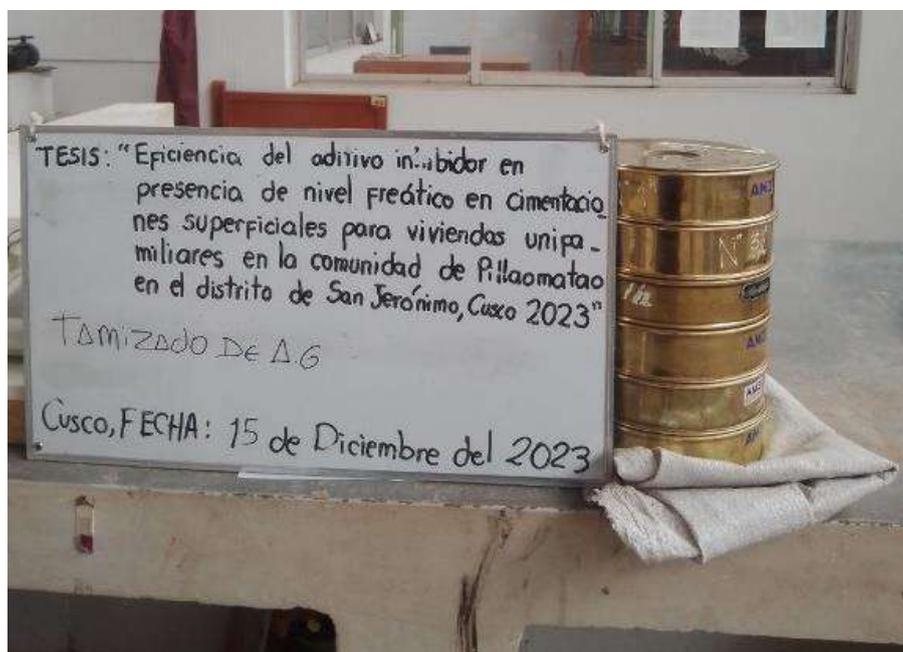
### Figura 25

*Tamices + muestras*



## Figura 26

### Proceso de tamizado



d) Diagramas y/o tablas

## Tabla 20

### Peso específico y absorción de agregado grueso

| N° Tamiz     | Abertura (mm) | Peso de la malla (g) | Peso malla + muestra (g) | Peso Retenido (g) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Retenido Acumulado (%) | Porcentaje que Pasa (%) |
|--------------|---------------|----------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 1 1/2"       | 37.50         | 524.09               | 524.09                   | 0                 | 0.00                    | 0.00                              | 100                     |
| 1"           | 25.00         | 515.09               | 553.26                   | 38.17             | 2.54                    | 2.54                              | 97                      |
| 3/4"         | 19.00         | 514.46               | 703.25                   | 188.79            | 12.57                   | 15.11                             | 85                      |
| 1/2"         | 12.50         | 569.91               | 1388.95                  | 819.04            | 54.51                   | 69.62                             | 30                      |
| 3/8"         | 9.50          | 498.94               | 773.32                   | 274.38            | 18.26                   | 87.88                             | 12                      |
| N° 4         | 4.75          | 484.09               | 601.28                   | 117.19            | 7.80                    | 95.68                             | 4                       |
| BC           | 0.00          | 362.21               | 427.11                   | 64.9              | 4.32                    | 100.00                            | 0                       |
| <b>TOTAL</b> |               |                      |                          | <b>1502.47</b>    | <b>100.00</b>           |                                   |                         |

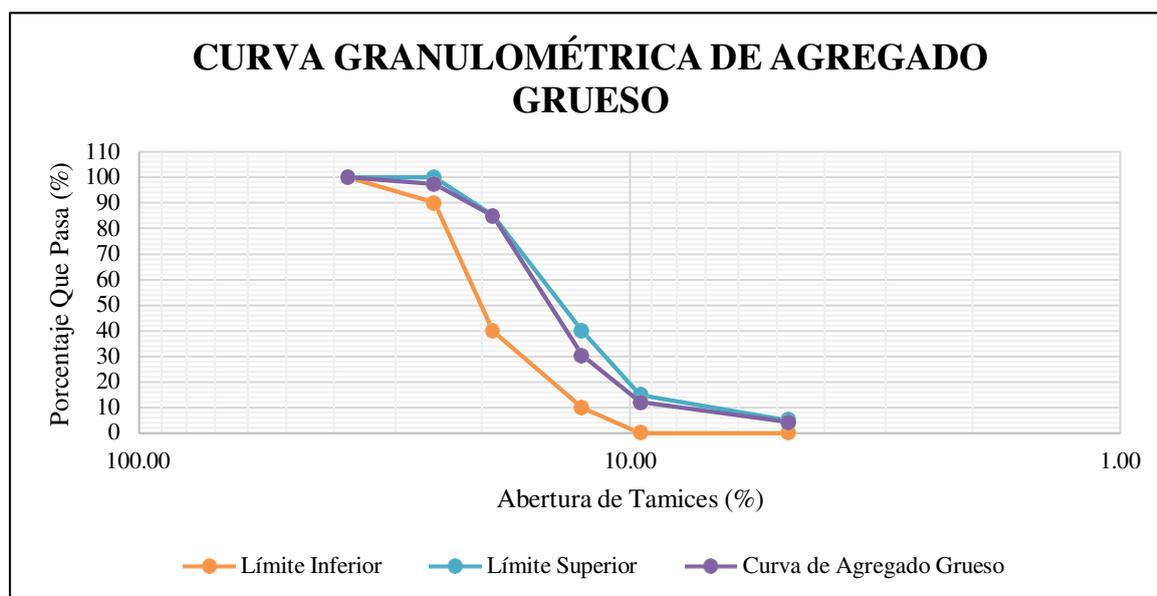
|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| <b>Tamaño Máximo Nominal</b> | <b>3/4"</b> |
| <b>Tamaño Máximo</b>         | <b>1 "</b>  |

**AG. Grueso - Análisis del Tamizado ASTM C33  
HUSO 56**

| <b>Pulg.</b> | <b>mm</b> | <b>Inferior (%)</b> | <b>% Que Pasa</b> | <b>Superior (%)</b> |
|--------------|-----------|---------------------|-------------------|---------------------|
| 1 1/2"       | 37.50     | 100                 | 100               | 100                 |
| 1"           | 25.00     | 90                  | 97                | 100                 |
| 3/4"         | 19.00     | 40                  | 85                | 85                  |
| 1/2"         | 12.50     | 10                  | 30                | 40                  |
| 3/8"         | 9.50      | 0                   | 12                | 15                  |
| N° 4         | 4.75      | 0                   | 4                 | 5                   |

**Figura 27**

*Curva Granulométrica del Agregado Grueso de la cantera de Vicho*



e) Análisis de la prueba

El diámetro máximo del agregado grueso es de 1 pulgada, mientras que el **tamaño máximo nominal es de 3/4 pulgada.**

La distribución de tamaños de partículas del agregado grueso proveniente de la cantera de Vicho se sitúa dentro de los límites permitidos establecidos por la NTP 400.037.

#### **4.4.3.2. PROCESAMIENTO DE PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS**

### 3.6.6 ANÁLISIS DE PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO

#### 3.6.6.1 Análisis del contenido de humedad del agregado Fino (NTP 339.185).

##### a) Objetivos

- Esta norma técnica peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable incluye la húmeda superficial de los agregados.

##### b) Instrumentos o equipos utilizados

- Balanza con sensibilidad al 0.1% del peso de prueba.
- Horno ventilado capaz de mantener la temperatura alrededor de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Recipientes para la muestra (capsulas), envases que no sea afectado por el calor y capacidad para contener la muestra sin peligro de derramarse

##### d) Procedimiento

- Para obtener el contenido de humedad del Agregado Fino Combinado se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{(\text{Peso de la muestra húmeda} - \text{Peso de la muestra seca}) \times 100}{\text{Peso de la muestra Seca}}$$

**Figura 28**

*Peso de la capsula más el contenido de la muestra*

**Figura 29**

*Capsulas con muestras*



## c) Toma de Datos

**Tabla 21**

*contenido de humedad de los agregados (finos)*

| % DE HUMEDAD PARA MUESTRAS DE AG.FINO : |       |                 |                |                 |
|---|-------|-----------------|----------------|-----------------|
|   |       | CAPSULA -1 (5)  | CAPSULA -2 (8) | CAPSULA -3 (44) |
| PESO DE LA CAPSULA                      | (gr.) | 56.07           | 55.56          | 60.91           |
| PESO DE LA CAPSULA + PESO DE MUESTR     | (gr.) | 182.20          | 125.61         | 143.44          |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA               | (gr.) | 126.13          | 70.05          | 82.53           |
| PESO DE LA CAPSULA+PESO DE LA MUES      | (gr.) | 179.91          | 120.97         | 138.30          |
| PESO DE LA MUESTRA SECA                 | (gr.) | 123.84          | 65.41          | 77.39           |
| CONTENIDO DE AGUA                       | (gr.) | 2.29            | 4.64           | 5.14            |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD                   | (%)   | 1.85%           | 7.09%          | 6.64%           |
|   |       | <b>promedio</b> | <b>5.19%</b>   |                 |

## d) Análisis de la prueba

Se obtuvo un porcentaje de **contenido de humedad en la muestra del 5.19%**, información que se utilizará para realizar correcciones en el diseño de la mezcla.

**3.6.6.2 Análisis del Peso Unitario del Agregado Fino (NTP 400.017).**

## a) Objetivos

- La Norma Técnica Peruana especifica el procedimiento para determinar la densidad de masa, también conocida como "peso unitario", del agregado en su estado suelto o compactado. Además, este método de ensayo calcula los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o en una mezcla de ambos, utilizando la misma determinación. Este método de ensayo es aplicable tanto a los agregados finos como a los gruesos.

## b) Instrumentos o equipos utilizados

- Se requiere una balanza con una precisión de  $\pm 0,1\%$  de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso, con una graduación mínima de 0,05 kg.
- Se necesita una varilla de acero lisa, con un diámetro de 16 mm y una longitud aproximada de 600 mm. Los extremos de la varilla deben ser redondeados de manera semiesférica, también con un diámetro de 16 mm.

- Se requiere un recipiente cilíndrico de metal, preferiblemente con asas, que sea hermético y a prueba de agua. Sus bordes superior e inferior deben ser firmes y nivelados con precisión en sus dimensiones interiores. El recipiente debe ser lo suficientemente resistente para mantener su forma incluso en condiciones severas de uso. Se espera que la altura del recipiente sea aproximadamente igual a su diámetro, pero en ningún caso debe ser inferior al 80% de este.
- Se necesita una pala o cucharón de un tamaño adecuado para llenar el recipiente con el agregado de manera conveniente.

c) Procedimiento

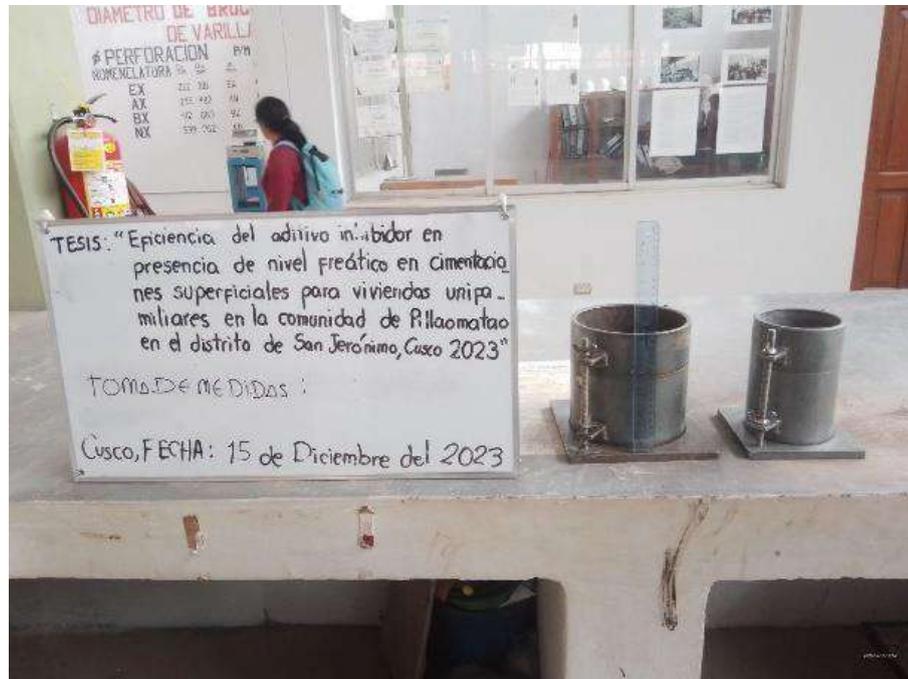
- Llene el recipiente hasta alcanzar aproximadamente un tercio de su capacidad total y luego nivele la superficie con los dedos. Aplique 25 golpes uniformemente distribuidos sobre la capa de agregado utilizando la varilla de apisonado. Llene el recipiente hasta alcanzar dos tercios de su capacidad total y nuevamente nivele y apisona como se describió anteriormente. Finalmente, llene el recipiente hasta que esté ligeramente sobrevolado y aplique presión nuevamente siguiendo el mismo método mencionado anteriormente. Asegúrese de nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier protrusión leve de las partículas más grandes del agregado grueso equilibre aproximadamente los vacíos más grandes en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

Para determinar el volumen del molde se utilizó la siguiente fórmula:

$$Volumen\ del\ Molde = \pi \times \frac{diámetro^2}{4} \times Altura$$

Para determinar el peso unitario suelto y compactado se utilizó la siguiente fórmula:

$$Peso\ Unitario\ \left(\frac{kg}{m^3}\right) = \frac{Peso\ de\ la\ muestra}{Volumen\ del\ Recipiente}$$

**Figura 30***Medición de medidas de recipientes***Figura 31***Pesando muestra de agregado fino más recipiente*

d) Toma de Datos

**Tabla 22***peso unitario compactado del agregado fino (PUC)*

| <b>PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO (PUC):</b> |                   |                 |                   |                         |
|--|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|
|  |                   | <b>ENSAYO 1</b> | <b>ENSAYO 2</b>   | <b>ENSAYO 3</b>         |
| PESO DEL RESIPIENTE                                      | Kg                | 5.30            | 5.30              | 5.30                    |
| PESO DEL RESIPIENTE + PESO DE MUESTRA                    | Kg                | 7.80            | 7.80              | 7.80                    |
| PESO DE LA MUESTRA                                       | Kg                | 2.50            | 2.50              | 2.50                    |
| VOLUMEN DEL RESIPIENTE                                   | m <sup>3</sup>    | 0.00132         | 0.00132           | 0.00132                 |
| PESO UNITARIO SUELTO                                     | Kg/m <sup>3</sup> | 1894.70         | 1894.70           | 1894.70                 |
|  |                   | <b>promedio</b> | <b>1894.70171</b> | <b>Kg/m<sup>3</sup></b> |

e) Toma de Datos

**El peso unitario compactado Promedio es de 1894.70 kg/m<sup>3</sup> y del peso unitario suelto del agregado fino es de 1844.18 Kg/m<sup>3</sup>**

### 3.6.6.3 Análisis del Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (NTP 400.021)

a) Objetivos

- La presente NTP establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado fino.

b) Instrumentos o equipos utilizados

- Una balanza Sensible a 0.1% del peso medio y con capacidad de 1000 g. o más.
- Un frasco volumétrico de 500cm<sup>3</sup> de capacidad, calibrado hasta cm<sup>3</sup> a 20<sup>o</sup>C
- Un molde Cónico metálico de 40 mm ± 3 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm ± 3 mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm ± 3mm de altura.
- Una barra Compactadora de metal 340g ± 15g de peso con un extremo de superficie plano.
- Una estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de 110<sup>o</sup>C ± 5<sup>o</sup>C.

c) Procedimiento

Para obtener los siguientes datos se utilizaron las siguientes formulas:

Densidad relativa (Gravedad Especifica) seca al horno:

$$\text{Densidad Relativa (Gravedad específica)(OD)} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

Densidad relativa (gravedad específica) saturado superficialmente seca

$$\text{Densidad Relativa (Gravedad específica)(SSD)} = \frac{S}{(B + S - C)}$$

Densidad relativa aparente (Gravedad específica aparente)

$$\text{Densidad Relativa Aparente(Gravedad específica aparente)} = \frac{B}{(B + A - C)}$$

$$\text{Absorción \%} = \frac{100 \times (S - A)}{A}$$

Donde:

A = masa de la muestra seca al horno, g

B = masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, g

C = masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración, g

S = masa de la muestra de saturado superficialmente seca (utilizado en el procedimiento gravimétrico para la densidad y la densidad relativa (gravedad específica), o para la absorción con ambos procedimientos), g

d) Toma de Datos

**Tabla 23**

*Peso específico y absorción de agregado fino*

| <b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO</b>                      |               |
|--|---------------|
| PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA+PESO DEL BALON+PESO DEL AGUA      | 897.50        |
| PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA +PESO DEL BALON                   | 599.00        |
| PESO DEL AGUA  | 298.50        |
| PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO +PESO DEL BALON                         | 589.00        |
| PESO DEL BALON   | 125.50        |
| PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO (SOLA)                                  | 463.50        |
| VOLUMEN DEL BALON  | 500.00        |
| PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SUPERFICIALMENTE SECA                        | 473.50        |
| <b>PESO ESPECIFICO DEMASA: P.E.M. 6/(7-3)</b>                            | <b>2.30</b>   |
| <b>P.E. DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S.(8/(7-3))</b> | <b>2.35</b>   |
| <b>PESO ESPECIFICO APARENTE P.E.A. : 6/((7-3)-(8-6))</b>                 | <b>2.42</b>   |
| <b>PORCENTAJE DE ABSORCION: % ABS((8-6)/6)</b>                           | <b>1.502%</b> |

e) Toma de Datos

Los datos obtenidos del peso específico de la masa son de 2.30 gr/m<sup>3</sup> y el porcentaje de absorción es de 1.502 %, necesarios para la dosificación.

### 3.6.7 ANÁLISIS DE PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO

#### 3.6.7.1 Análisis del contenido de humedad del Agregado Grueso (NTP 339.185).

a) Objetivos

- Esta norma técnica peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable incluye la húmeda superficial de los agregados.

b) Instrumentos o equipos utilizados

- Balanza con sensibilidad al 0.1% del peso de prueba.
- Horno ventilado capaz de mantener la temperatura alrededor de 110 °C± 5 °C
- Recipientes para la muestra (capsulas), envases que no sea afectado por el calor y capacidad para contener la muestra sin peligro de derramarse

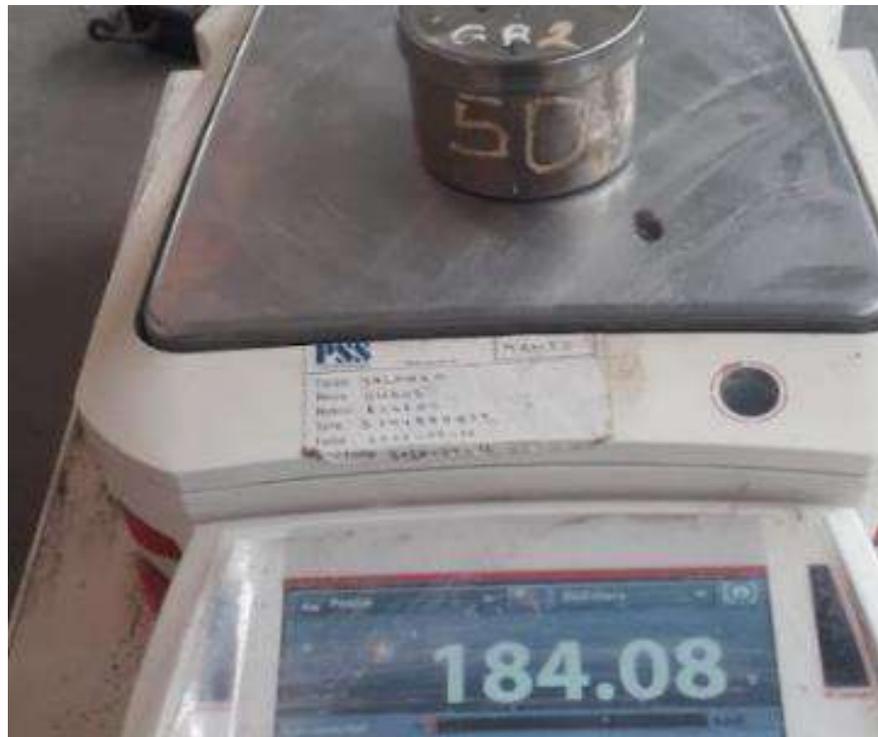
e) Procedimiento

- Para determinar el contenido de humedad del Agregado grueso Combinado se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{(\text{Peso de la muestra húmeda} - \text{Peso de la muestra seca}) \times 100}{\text{Peso de la muestra Seca}}$$

**Figura 32**

*Peso de la capsula más el contenido de la muestra*

**Figura 33**

*Capsulas*



## c) Toma de Datos

**Tabla 24***Análisis de datos de Contenido de humedad de agregado grueso*

| % DE HUMEDAD PARA MUESTRAS DE AG.FINO :    |       |                |                |                 |
|--|-------|----------------|----------------|-----------------|
|  |       | CAPSULA -1 (5) | CAPSULA -2 (8) | CAPSULA -3 (44) |
| PESO DE LA CAPSULA                         | (gr.) | 56.07          | 55.56          | 60.91           |
| PESO DE LA CAPSULA + PESO DE MUESTRA HUEDA | (gr.) | 182.20         | 125.61         | 143.44          |
| PESO DE LA MUESTRA HUMEDA                  | (gr.) | 126.13         | 70.05          | 82.53           |
| PESO DE LA CAPSULA+PESO DE LA MUESTRA SECA | (gr.) | 180.91         | 124.55         | 142.18          |
| PESO DE LA MUESTRA SECA                    | (gr.) | 124.84         | 68.99          | 81.27           |
| CONTENIDO DE AGUA                          | (gr.) | 1.29           | 1.06           | 1.26            |
| PORCENTAJE DE HUMEDAD                      | (%)   | 1.03%          | 1.54%          | 1.55%           |
|  |       | promedio       | 1.37%          |                 |

## d) Toma de Datos

El porcentaje de **contenido de humedad obtenido en la muestra es de 1.37%**, dato utilizado para correcciones del diseño de mezcla.

**3.6.7.2 Análisis del Peso Unitario del Agregado Fino (NTP 400.017).**

## a) Objetivos

- Esta Norma Técnica Peruana establece la determinación de la densidad de masa (“Peso unitario”) del agregado en condición suelto o compactado, y calcula los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o mezcla de ambos basados en la misma determinación. Este método de ensayo es aplicable a los agregados finos y gruesos

## b) Instrumentos o equipos utilizados

- Una balanza con exactitud dentro el 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto del rango de uso, con graduación al menos de 0,05 kg
- Una varilla lisa de acero, redondeada de 16 mm de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud, teniendo un extremo o ambos extremos de forma redondeada tipo semi-esférica, con 16 mm de diámetro.
- Un recipiente cilíndrico de metal, preferiblemente provisto de asas. Será hermético a prueba de agua, con bordes superior e inferior firmes y parejos con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígidas para mantener su forma en condiciones severas de uso. El recipiente tendrá una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso tendrá una altura de menos del 80 % ni más del
- Una pala o cucharón de un tamaño conveniente para llenar el recipiente con el agregado.

#### c) Procedimiento

- Para determinar el volumen del molde se utilizó la siguiente formula:

$$Volumen\ del\ Molde = \pi \times \frac{diámetro^2}{4} \times Altura$$

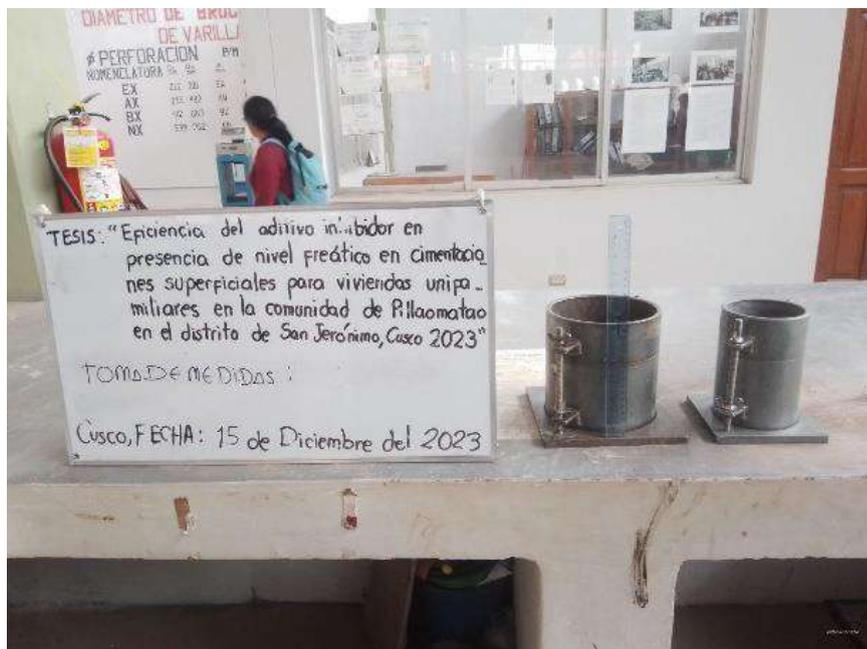
- Para determinar el peso unitario suelto y compactado se utilizó la siguiente

formula:

$$Peso\ Unitario\ \left(\frac{kg}{m^3}\right) = \frac{Peso\ de\ la\ muestra}{Volumen\ del\ Recipiente}$$

- Para determinar el Peso unitario promedio se utilizó la siguiente formula:

$$Promedio\ de\ Peso\ Unitario\ \left(\frac{kg}{m^3}\right) = \frac{\Sigma (Peso\ Unitario)}{\# Muestras}$$

**Figura 34***Medición de medidas de recipientes***Figura 35***Pesando muestra de agregado grueso más recipiente*

d) Toma de Datos

**Tabla 25**

*peso unitario compactado del agregado grueso (PUC)*

| PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO (PUC): |                   |                 |                   |                         |
|---|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|
|   |                   | ENSAYO 1        | ENSAYO 2          | ENSAYO 3                |
| PESO DEL RESIPIENTE                                 | Kg                | 7.90            | 7.90              | 7.90                    |
| PESO DEL RESIPIENTE + PESO DE MUESTRA               | Kg                | 12.80           | 12.70             | 12.80                   |
| PESO DE LA MUESTRA                                  | Kg                | 4.90            | 4.80              | 4.90                    |
| VOLUMEN DEL RESIPIENTE                              | m <sup>3</sup>    | 0.00132         | 0.00132           | 0.00132                 |
| PESO UNITARIO SUELTO                                | Kg/m <sup>3</sup> | 3713.62         | 3637.83           | 3713.62                 |
|   |                   | <b>promedio</b> | <b>3688.35265</b> | <b>Kg/m<sup>3</sup></b> |

*Fuente: Elaboración propia*

e) Toma de Datos

**El peso unitario compactado Promedio es de 3688.35 kg/m<sup>3</sup> y el peso unitario suelto promedio del agregado grueso es de 3587.30 Kg/m<sup>3</sup>**

### **3.6.7.3 Análisis del Peso Específico y Absorción del Agregado grueso (NTP 400.021)**

a) Objetivos

- La presente NTP establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado fino.

b) Instrumentos o equipos utilizados

- Una balanza Sensible a 0.1% del peso medio y con capacidad de 1000 g. o más.
- Un frasco volumétrico de 500cm<sup>3</sup> de capacidad, calibrado hasta cm<sup>3</sup> a 20<sup>o</sup>C
- Un molde Cónico metálico de 40 mm ± 3 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm ± 3 mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm ± 3mm de altura.
- Una barra Compactadora de metal 340g ± 15g de peso con un extremo de superficie plano.
- Una estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de 110<sup>o</sup>C ± 5<sup>o</sup>C.

c) Procedimiento

Para obtener los siguientes datos se utilizaron las siguientes formulas:

Densidad relativa (Gravedad Especifica) seca al horno:

$$\text{Peso Específico de la Masa (Pem)} = \frac{A}{(B - C)}$$

Densidad relativa (gravedad específica) saturado superficialmente seca

$$\text{Peso Especifico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS)} = \frac{A}{(B + A - C)}$$

Densidad relativa aparente (Gravedad específica aparente)

$$\text{Densidad Relativa Aparente(Gravedad específica aparente)} = \frac{A}{(B + A - C)}$$

$$\text{Absorción \%} = \frac{100 \times (B - A)}{A}$$

Donde:

A = masa de la muestra seca al aire, (gr.)

B = masa de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr.)

C = Peso en el agua de la muestra saturada. (gr.)

f) Toma de Datos

**Tabla 26**

*peso unitario compactado del agregado grueso (PUC)*

| <b>PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO</b>                               |               |
|---|---------------|
| PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO                                      | 5750.00       |
| PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA                       | 5842.00       |
| PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA  | 3542.00       |
| <b>PESO ESPECIFICO DEMASA: P.E.M. 1/(2-3)</b>                           | <b>2.50</b>   |
| <b>P.E. DEMASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA P.E.M.S.S.S.(2/(2-3))</b> | <b>2.54</b>   |
| <b>PESO ESPECIFICO APARENTE P.E.A. : 1/(1-3)</b>                        | <b>2.70</b>   |
| <b>PORCENTAJE DE ABSORCION: % ABS((2-1)/1)*100</b>                      | <b>0.917%</b> |

## Figura 36

### Absorción de agregado grueso

| ABSORCION DE AGREGADO GRUESO |                                   |             |       |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------|-------|
| P.E.(MEZCLA) :               | $1/( P1/100*Pe1) + P2/(100*Pe2))$ | P1 (GRUESA) | 61.68 |
| P.E.(MEZCLA) :               | 2.41948719 GR/CC                  | P2 (FINA)   | 38.32 |
| ABS. (MEZCLA)                | <b>1.81 %</b>                     |             |       |

#### e) Toma de Datos

Los datos obtenidos del agregado grueso del peso específico de la masa son de 2.50 gr/m<sup>3</sup> y el porcentaje de absorción es de 0.917% necesarios para la dosificación de la mezcla.

### 3.6.8 ANÁLISIS DE LA SUCCIÓN CAPILAR EN HORMIGONES - (NTP 339.232.2010)

#### a) Objetivos

Respecto al alcance del método, si bien los tres documentos especifican los lineamientos del ensayo de absorción de agua por capilaridad, sólo las normas IRAM y ASTM definen los parámetros a calcular en cada caso. La norma ASTM establece que el objetivo del ensayo es la determinación de la tasa de succión capilar (sorptivity), y la norma IRAM la velocidad y capacidad de succión. En la recomendación RILEM sólo se realiza una descripción del método experimental para la determinación del ascenso de agua por capilaridad sin detallar metodologías de cálculo de los parámetros del ensayo. Es por eso que nos guiaremos segunda la norma ASTM para hallar la absorción de agua por capilaridad

#### b) Instrumentos o equipos utilizados

- Una balanza Sensible a 0.1% del peso medio y con capacidad de 1000 g. o más.
- Una regla metálica, para medir el avance de la capilaridad
- Un cronometro, con segundos
- Un vernier, para la toma de muestras
- Una cámara foto grafica

## c) Procedimiento

- Las probetas a ensayar fueron curadas durante un tiempo aproximado de 7 días
- Procedemos a medir las probetas con el vernier y obtener las dimensiones promedio de cada una.
- Procedemos a pesar cada probeta con el agua absorbida.
- Por diferencias de peso obtenemos la cantidad de agua absorbida.
- Medir el fleco capilar en  $\text{cm}^2$ , que es el área humedecida.
- Determinar la capilaridad cuyas unidades son mediante las siguientes expresiones:

$$S = 2(a + b) * hi$$

Donde:

a: Ancho promedio de la muestra.

b: Profundidad o largo de la muestra

hi: Altura que alcanza la humedad de la muestra.

P: Peso del agua absorbida (gr)

S: Área lateral del fleco capilar. ( $\text{cm}^2$ )

t: Tiempo de exposición con el agua. (min)

## d) Toma de Datos

**Tabla 27**

*Ensayo de capilaridad (sin aditivo).*

| Probetas (relación a/c) | ancho (a) (cm) | largo (b) (cm) | altura humd. (hi) (cm) | Área capilar ( $\text{cm}^2$ ) |
|-------------------------|----------------|----------------|------------------------|--------------------------------|
| 0.5586                  | 5.01           | 30.12          | 0.5255                 | 36.92                          |
| 0.5586                  | 5.03           | 30.20          | 0.5845                 | 41.18                          |
| 0.5586                  | 4.80           | 30.60          | 0.5630                 | 39.86                          |
| 0.5586                  | 5.11           | 31.90          | 0.5630                 | 41.67                          |
| 0.5586                  | 5.26           | 29.80          | 0.5630                 | 39.48                          |

$$S=2*(a+b)*hi$$

$$K= P/S \text{ (gr/cm}^2\text{)}$$

**Tabla 28***Datos para hallar área capilar. (sin aditivo)*

| Probetas (relación a/c) | Peso agua absorbida | Tiempo de exposición (horas) | Área capilar (S) (cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| 0.55858                 | 134.000             | 24                           | 36.92                               |
| 0.55858                 | 186.000             | 24                           | 41.18                               |
| 0.55858                 | 211.000             | 24                           | 39.86                               |
| 0.55858                 | 356.000             | 24                           | 41.67                               |
| 0.55858                 | 361.000             | 24                           | 39.48                               |

**Tabla 29***Hallando la capilaridad en función al área capilar. (sin aditivo)*

| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P) (gr) | Tiempo de exposición (T) (días) | Área capilar (S) (cm <sup>2</sup> ) | Capilaridad (k) (gr/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 0.55858                 | 134.000                 | 24                              | 36.92                               | 87.10                                 |
| 0.55858                 | 186.000                 | 24                              | 41.18                               | 108.39                                |
| 0.55858                 | 211.000                 | 24                              | 39.86                               | 127.04                                |
| 0.55858                 | 356.000                 | 24                              | 41.67                               | 205.02                                |
| 0.55858                 | 361.000                 | 24                              | 39.48                               | 219.47                                |

**Tabla 30***Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión. (sin aditivo)*

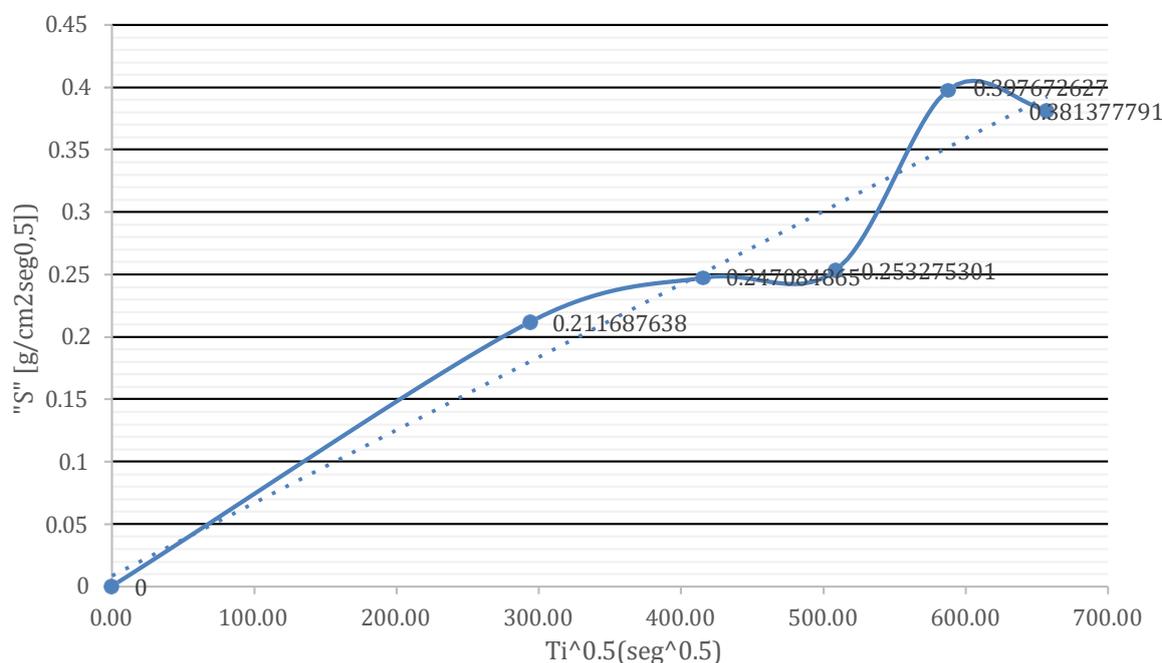
| MUESTRA #1              |                         |                                |                                      |   |                                     |   |  |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P) (gr) | Tiempo de exposición (T) (seg) | Tiempo acumulado de exposición (seg) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Área capilar (S) (cm <sup>2</sup> ) | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0.5</sup> ] |
|                         | 0                       | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 36.921630                           | 0   | 0  |
| 0.55858                 | 134.000                 | 86400                          | 86400.00                             | 293.94                                  | 36.921630                           | 3.62930889  | 0.211687638  |
| 0.55858                 | 186.000                 | 86400                          | 172800.00                            | 415.69                                  | 36.921630                           | 5.037697415   | 0.247084865  |
| 0.55858                 | 211.000                 | 86400                          | 259200.00                            | 509.12                                  | 36.921630                           | 5.714807282   | 0.253275301  |
| 0.55858                 | 356.000                 | 86400                          | 345600.00                            | 587.88                                  | 36.921630                           | 9.642044514   | 0.397672627  |
| 0.55858                 | 361.000                 | 86400                          | 432000.00                            | 657.27                                  | 36.921630                           | 9.777466488   | 0.381377791  |

**Tabla 31***Ensayo de capilaridad sin aditivo (sin aditivo)*

| MUESTRAS                | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0.5</sup> ] | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|--|---|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS 1 EN 0 HORAS   | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 0  | 0   | 0.00%        | 100.00%                  |
| MUESTRAS 1 EN 24 HORAS  | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                                  | 0.211687638  | 3.62930889  | 21.17%       | 78.83%                   |
| MUESTRAS 1 EN 48 HORAS  | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                                  | 0.247084865  | 5.037697415   | 24.71%       | 75.29%                   |
| MUESTRAS 1 EN 72 HORAS  | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                                  | 0.253275301  | 5.714807282   | 25.33%       | 74.67%                   |
| MUESTRAS 1 EN 96 HORAS  | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                                  | 0.397672627  | 9.642044514   | 39.77%       | 60.23%                   |
| MUESTRAS 1 EN 120 HORAS | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                                  | 0.381377791  | 9.777466488   | 38.14%       | 61.86%                   |

**Figura 37**

Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo

**Tabla 32**

Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (sin aditivo)

| MUESTRA #2              |                         |                                |                                      |   |                                     |   |   |  |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|---|---|--|
| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P) (gr) | Tiempo de exposición (T) (seg) | Tiempo acumulado de exposición (seg) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Área capilar (S) (cm <sup>2</sup> ) | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg0,5] |  |
|                         | 0                       | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 41.183870                           | 0   | 0   |  |
| 0.55858                 | 94.000                  | 86400                          | 86400.00                             | 293.94                                  | 41.183870                           | 2.282446987   | 0.133128875   |  |
| 0.55858                 | 116.000                 | 86400                          | 172800.00                            | 415.69                                  | 41.183870                           | 2.816636708   | 0.138148095   |  |
| 0.55858                 | 186.000                 | 86400                          | 259200.00                            | 509.12                                  | 41.183870                           | 4.516331272   | 0.200159884   |  |
| 0.55858                 | 286.000                 | 86400                          | 345600.00                            | 587.88                                  | 41.183870                           | 6.944466365   | 0.286414793   |  |
| 0.55858                 | 291.000                 | 86400                          | 432000.00                            | 657.27                                  | 41.183870                           | 7.06587312  | 0.275609954   |  |

**Tabla 33**

Ensayo de capilaridad sin aditivo (sin aditivo)

| MUESTRAS                | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg0,5] | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|---|---|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS 2 EN 0 HORAS   | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 0   | 0   | 0.00%        | 100.00%                  |
| MUESTRAS 2 EN 24 HORAS  | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                                  | 0.133128875   | 2.282446987   | 13.31%       | 86.69%                   |
| MUESTRAS 2 EN 48 HORAS  | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                                  | 0.138148095   | 2.816636708   | 13.81%       | 86.19%                   |
| MUESTRAS 2 EN 72 HORAS  | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                                  | 0.200159884   | 4.516331272   | 20.02%       | 79.98%                   |
| MUESTRAS 2 EN 96 HORAS  | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                                  | 0.286414793   | 6.944466365   | 28.64%       | 71.36%                   |
| MUESTRAS 2 EN 120 HORAS | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                                  | 0.275609954   | 7.06587312  | 27.56%       | 72.44%                   |

Figura 38

Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo (sin aditivo)

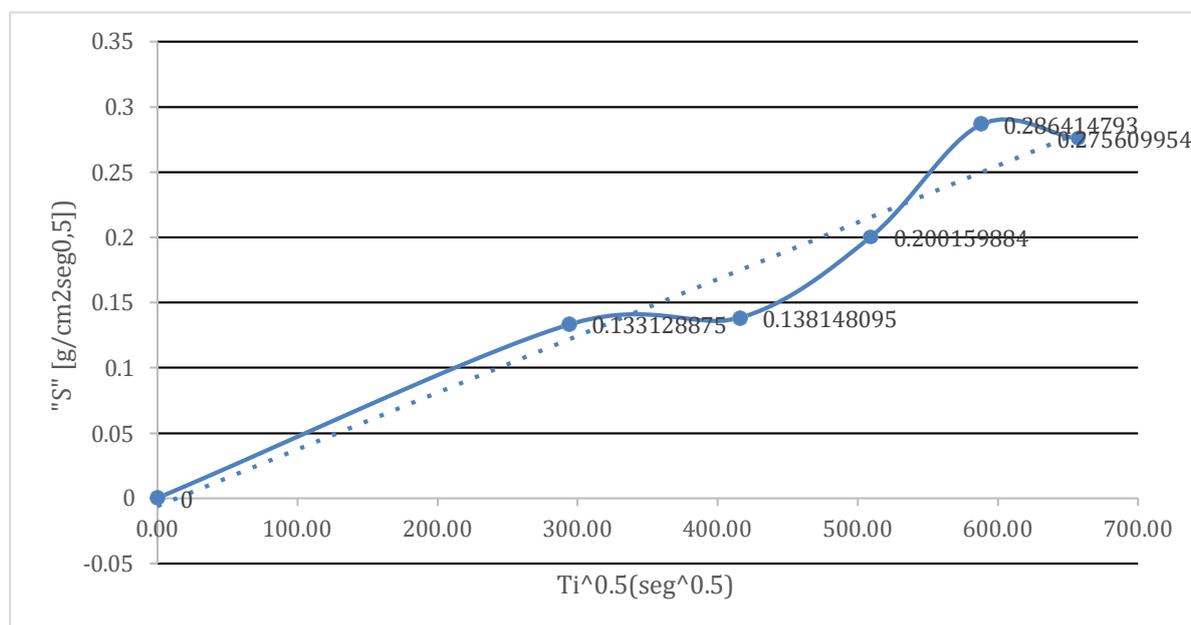


Tabla 34

Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (sin aditivo)

| MUESTRA #3              |                         |                                |                                      |   |                                     |   |  |  |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|--|
| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P) (gr) | Tiempo de exposición (T) (seg) | Tiempo acumulado de exposición (seg) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Área capilar (S) (cm <sup>2</sup> ) | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0,5</sup> ] |  |
|                         | 0                       | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 39.860400                           | 0   | 0  |  |
| 0.55858                 | 125.000                 | 86400                          | 86400.00                             | 293.94                                  | 39.860400                           | 3.135944446   | 0.182911042  |  |
| 0.55858                 | 169.000                 | 86400                          | 172800.00                            | 415.69                                  | 39.860400                           | 4.239796891   | 0.207950092  |  |
| 0.55858                 | 201.000                 | 86400                          | 259200.00                            | 509.12                                  | 39.860400                           | 5.042598669   | 0.223483598  |  |
| 0.55858                 | 254.000                 | 86400                          | 345600.00                            | 587.88                                  | 39.860400                           | 6.372239115   | 0.262814081  |  |
| 0.55858                 | 261.000                 | 86400                          | 432000.00                            | 657.27                                  | 39.860400                           | 6.547852003   | 0.255404131  |  |

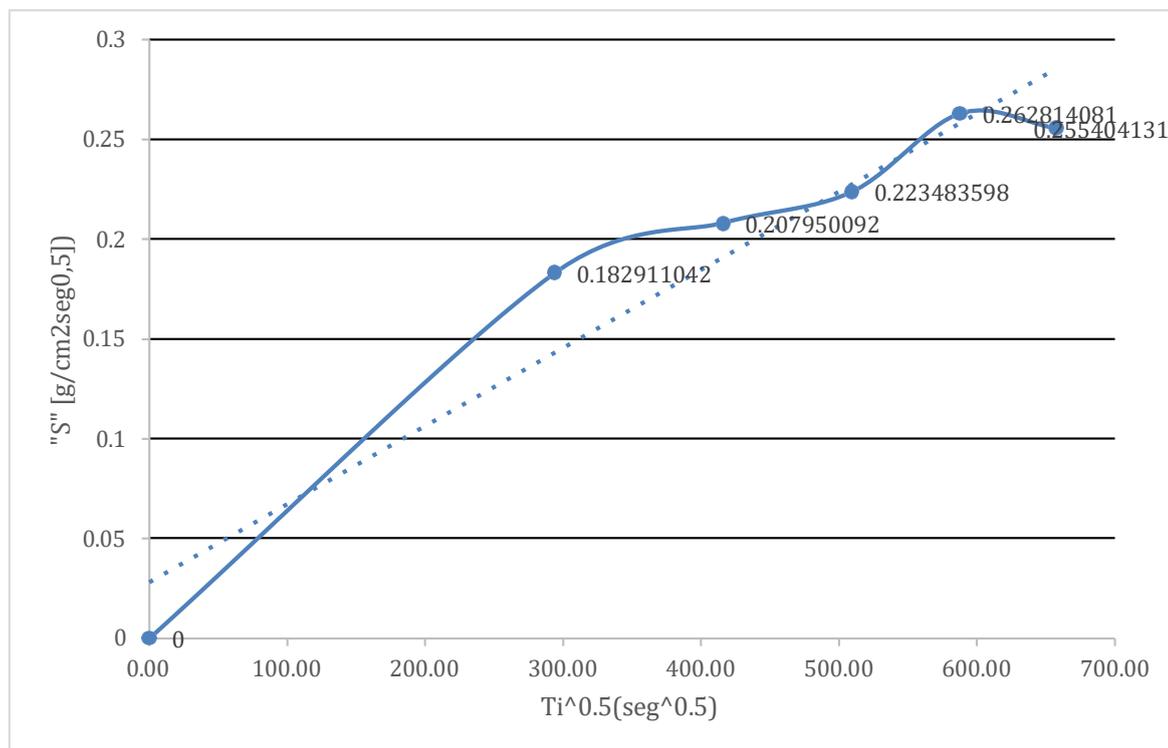
Tabla 35

Ensayo de capilaridad sin aditivo (sin aditivo)

| MUESTRAS                | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0,5</sup> ] | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|--|---|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS 1 EN 0 HORAS   | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 0  | 0   | 0.00%        | 100.00%                  |
| MUESTRAS 1 EN 24 HORAS  | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                                  | 0.211687638  | 3.62930889  | 21.17%       | 78.83%                   |
| MUESTRAS 1 EN 48 HORAS  | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                                  | 0.247084865  | 5.037697415   | 24.71%       | 75.29%                   |
| MUESTRAS 1 EN 72 HORAS  | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                                  | 0.253275301  | 5.714807282   | 25.33%       | 74.67%                   |
| MUESTRAS 1 EN 96 HORAS  | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                                  | 0.397672627  | 9.642044514   | 39.77%       | 60.23%                   |
| MUESTRAS 1 EN 120 HORAS | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                                  | 0.381377791  | 9.777466488   | 38.14%       | 61.86%                   |

**Figura 39**

Hallando la capacidad capilaridad y la velocidad de succión

**Tabla 36**

Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (sin aditivo)

| MUESTRA #4              |                         |                                |                                      |   |                                     |   |  |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P) (gr) | Tiempo de exposición (T) (seg) | Tiempo acumulado de exposición (seg) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Área capilar (S) (cm <sup>2</sup> ) | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0,5</sup> ] |
|                         | 0                       | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 41.673260                           | 0   | 0  |
| 0.55858                 | 96.000                  | 86400                          | 86400.00                             | 293.94                                  | 41.673260                           | 2.303635473   | 0.134364742  |
| 0.55858                 | 188.000                 | 86400                          | 172800.00                            | 415.69                                  | 41.673260                           | 4.511286134   | 0.221265875  |
| 0.55858                 | 256.000                 | 86400                          | 259200.00                            | 509.12                                  | 41.673260                           | 6.143027927   | 0.272253669  |
| 0.55858                 | 299.000                 | 86400                          | 345600.00                            | 587.88                                  | 41.673260                           | 7.174864649   | 0.295917248  |
| 0.55858                 | 301.000                 | 86400                          | 432000.00                            | 657.27                                  | 41.673260                           | 7.222857055   | 0.281733236  |

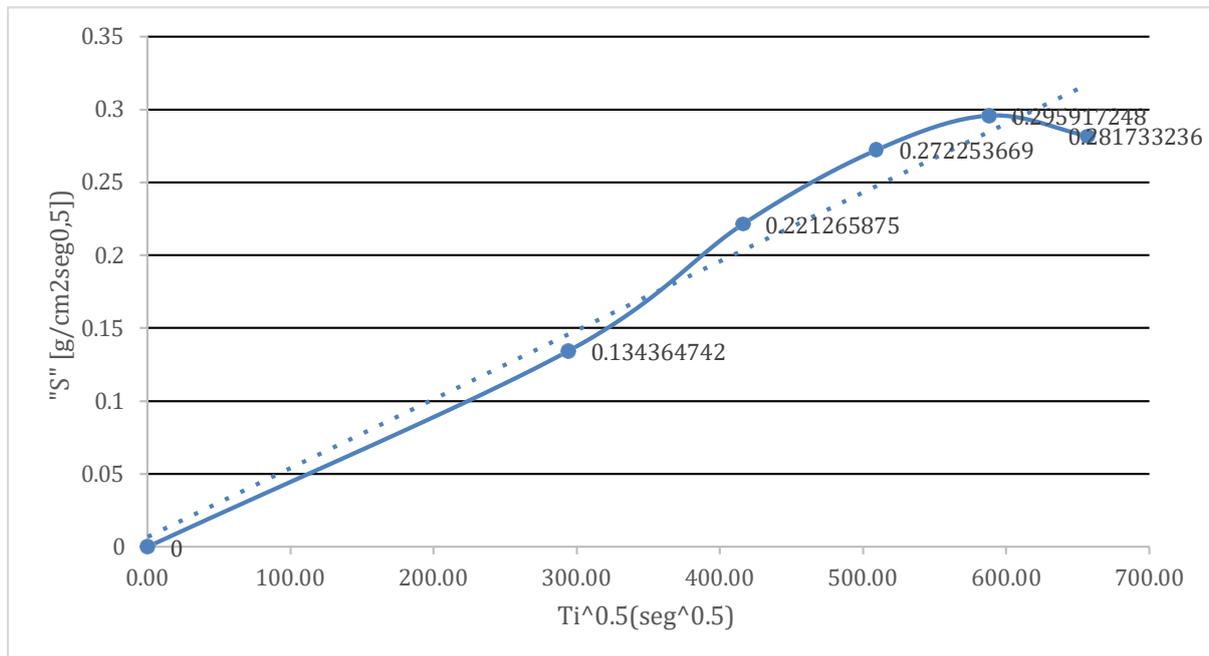
**Tabla 37**

Ensayo de capilaridad sin aditivo (sin aditivo)

| MUESTRAS                | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0,5</sup> ] | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|--|---|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS 4 EN 0 HORAS   | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 0  | 0   | 0.00%        | 100.00%                  |
| MUESTRAS 4 EN 24 HORAS  | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                                  | 0.134364742  | 2.303635473   | 13.44%       | 86.56%                   |
| MUESTRAS 4 EN 48 HORAS  | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                                  | 0.221265875  | 4.511286134   | 22.13%       | 77.87%                   |
| MUESTRAS 4 EN 72 HORAS  | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                                  | 0.272253669  | 6.143027927   | 27.23%       | 72.77%                   |
| MUESTRAS 4 EN 96 HORAS  | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                                  | 0.295917248  | 7.174864649   | 29.59%       | 70.41%                   |
| MUESTRAS 4 EN 120 HORAS | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                                  | 0.281733236  | 7.222857055   | 28.17%       | 71.83%                   |

**Figura 40**

Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo (sin aditivo)

**Tabla 38**

Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión. (sin aditivo)

| MUESTRA #5              |                            |                                   |  |   |  |  |  |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|---|--|--|--|
| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P)<br>(gr) | Tiempo de<br>exposición (T) (seg) | Tiempo<br>acumulado de<br>exposición (seg) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Área capilar (S)<br>(cm <sup>2</sup> ) | Capacidad de<br>succión<br>capilar "C"<br>[g/cm <sup>2</sup> ] | Velocidad de succión<br>capilar "S"<br>[g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0,5</sup> ] |
|                         | 0                          | 0                                 | 0.00                                       | 0.00                                    | 39.477560                              | 0  | 0  |
| 0.55858                 | 154.000                    | 86400                             | 86400.00                                   | 293.94                                  | 39.477560                              | 3.900950312  | 0.227531737  |
| 0.55858                 | 196.000                    | 86400                             | 172800.00                                  | 415.69                                  | 39.477560                              | 4.964845852  | 0.243511701  |
| 0.55858                 | 256.000                    | 86400                             | 259200.00                                  | 509.12                                  | 39.477560                              | 6.484696623  | 0.287396129  |
| 0.55858                 | 259.000                    | 86400                             | 345600.00                                  | 587.88                                  | 39.477560                              | 6.560689161  | 0.270586444  |
| 0.55858                 | 261.000                    | 86400                             | 432000.00                                  | 657.27                                  | 39.477560                              | 6.611350853  | 0.257880954  |

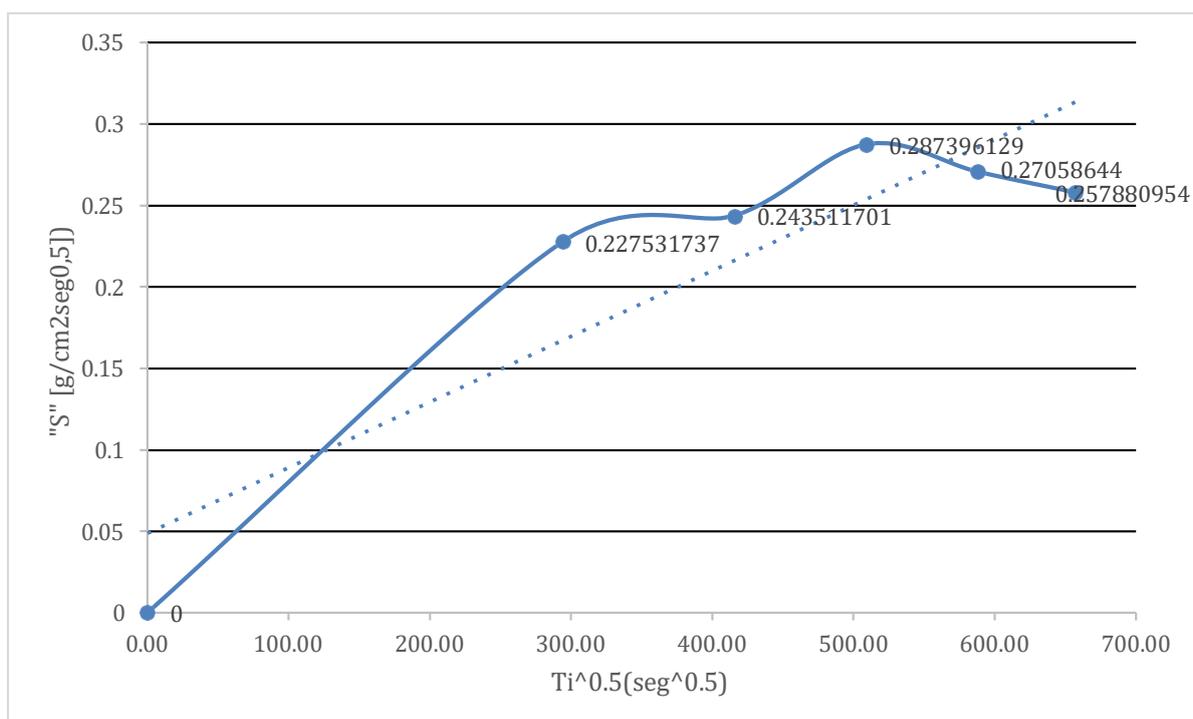
Tabla 39

Ensayo de capilaridad sin aditivo (sin aditivo)

| MUESTRAS                | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | $Ti^{0.5}(\text{seg}^{0.5})$ | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0,5</sup> ] | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--|---|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS 5 EN 0 HORAS   | 0                              | 0.00                                 | 0.00                         | 0  | 0   | 0.00%        | 100.00%                  |
| MUESTRAS 5 EN 24 HORAS  | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                       | 0.227531737  | 3.900950312   | 22.75%       | 77.25%                   |
| MUESTRAS 5 EN 48 HORAS  | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                       | 0.243511701  | 4.964845852   | 24.35%       | 75.65%                   |
| MUESTRAS 5 EN 72 HORAS  | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                       | 0.287396129  | 6.484696623   | 28.74%       | 71.26%                   |
| MUESTRAS 5 EN 96 HORAS  | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                       | 0.27058644   | 6.560689161   | 27.06%       | 72.94%                   |
| MUESTRAS 5 EN 120 HORAS | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                       | 0.257880954  | 6.611350853   | 25.79%       | 74.21%                   |

Figura 41

Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo (sin aditivo)



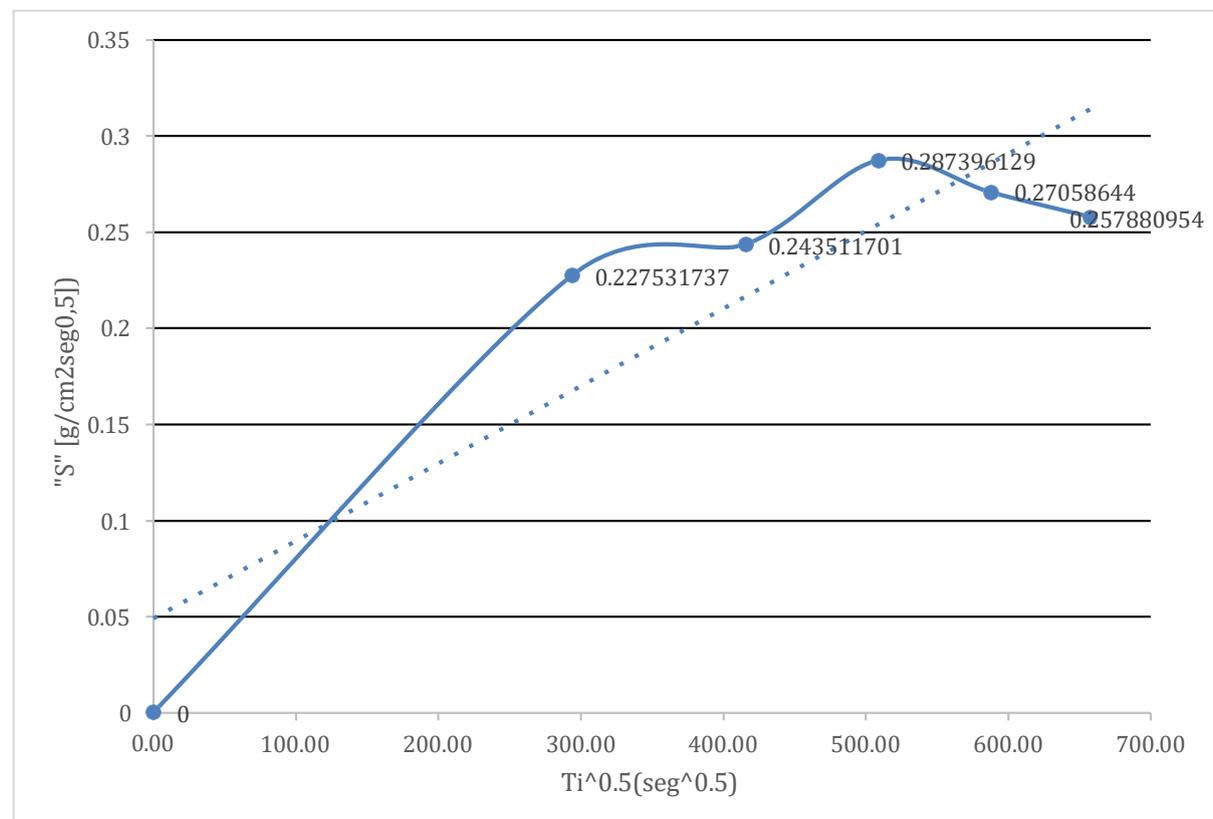
**Tabla 40**

*Ensayo de capilaridad, datos promedios de la muestra (sin aditivo)*

| PROMEDIO                    |                                |                                      |   |  |   |              |                          |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|--|---|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS PROMEDIO           | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0.5</sup> ] | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
| PROM.MUESTRA S 5 EN 0 HORAS | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 0  | 0   | 0.00%        | 100.00%                  |
| PROM.MUESTRA S 5 EN 24      | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                                  | 0.177924807  | 3.050457222   | 17.79%       | 82.21%                   |
| PROM.MUESTRA S 5 EN 48      | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                                  | 0.211592126  | 4.3140526   | 21.16%       | 78.84%                   |
| PROM.MUESTRA S 5 EN 72      | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                                  | 0.247313716  | 5.580292355   | 24.73%       | 75.27%                   |
| PROM.MUESTRA S 5 EN 96      | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                                  | 0.302681038  | 7.338860761   | 30.27%       | 69.73%                   |
| PROM.MUESTRA S 5 EN 120     | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                                  | 0.290401213  | 7.445079904   | 29.04%       | 70.96%                   |

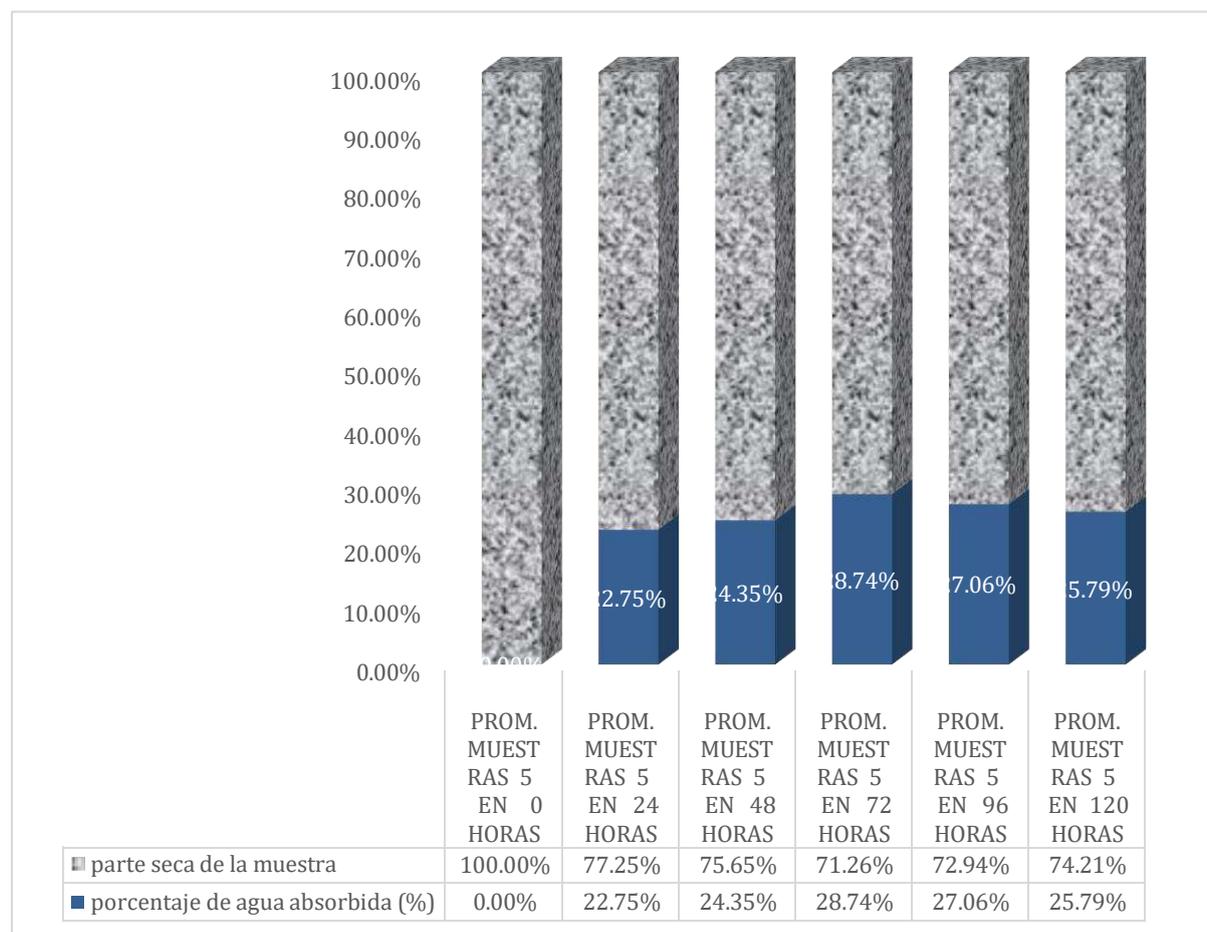
**Figura 42**

*Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo y velocidad de succión capilar "S"*



**Figura 43**

Velocidad de succión capilar "S", en las muestras analizadas



Respecto al porcentaje de absorción de agua en las muestras **sin aditivo** son en promedio que a las 24 horas es 22.75%, a las 48 horas 24.35%, a las 72 horas 28.74%, a las 96 horas 27.06% y a las 120 horas 25.76% siendo su adsorción máxima de 28.74%.

**Tabla 41**

Ensayo de capilaridad (con aditivo).

| Probetas (relación a/c) | ancho (a) (cm) | largo (b) (cm) | altura humd. (hi) (cm) | Área capilar (cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|----------------|----------------|------------------------|---------------------------------|
| 0.5586                  | 5.00           | 30.00          | 0.5255                 | 36.79                           |
| 0.5586                  | 5.02           | 30.02          | 0.5845                 | 40.96                           |
| 0.5586                  | 4.83           | 30.50          | 0.5630                 | 39.78                           |
| 0.5586                  | 5.10           | 31.50          | 0.5630                 | 41.21                           |
| 0.5586                  | 5.27           | 29.70          | 0.5630                 | 39.38                           |

$$S=2*(a+b)*hi$$

$$K= P/S \text{ (gr/cm}^2\text{)}$$

**Tabla 42***Datos para hallar área capilar (con aditivo).*

| Probetas (relación a/c) | Peso agua absorbida | Tiempo de exposición (horas) | Área capilar (S) |
|-------------------------|---------------------|------------------------------|------------------|
| 0.55858                 | 15.000              | 24                           | 36.79            |
| 0.55858                 | 33.000              | 24                           | 40.96            |
| 0.55858                 | 60.000              | 24                           | 39.78            |
| 0.55858                 | 62.000              | 24                           | 41.21            |
| 0.55858                 | 64.000              | 24                           | 39.38            |

**Tabla 43***Hallando la capilaridad en función al área capilar (con aditivo)*

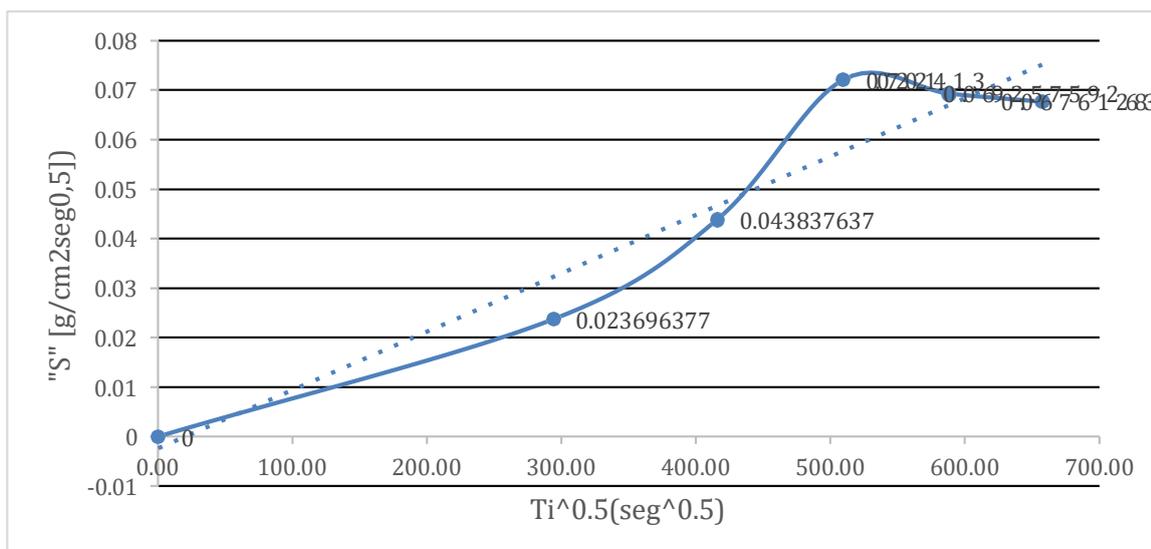
| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P) (gr) | exposición (T) (días) | Área capilar (S) (cm2) | Capilaridad (k) (gr/cm2) |
|-------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|
| 0.55858                 | 15.000                  | 24                    | 36.79                  | 9.79                     |
| 0.55858                 | 33.000                  | 24                    | 40.96                  | 19.34                    |
| 0.55858                 | 60.000                  | 24                    | 39.78                  | 36.20                    |
| 0.55858                 | 62.000                  | 24                    | 41.21                  | 36.11                    |
| 0.55858                 | 64.000                  | 24                    | 39.38                  | 39.01                    |

**Tabla 44***Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (con aditivo).*

| MUESTRA #1              |                         |                                |                                      |   |                        |  |   |  |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|------------------------|--|---|--|
| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P) (gr) | Tiempo de exposición (T) (seg) | Tiempo acumulado de exposición (seg) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Área capilar (S) (cm2) | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm2] | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm2seg <sup>0.5</sup> ] |  |
|                         | 0                       | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 36.921630              | 0  | 0   |  |
| 0.55858                 | 15.000                  | 86400                          | 86400.00                             | 293.94                                  | 36.921630              | 0.406265921                              | 0.02369638  |  |
| 0.55858                 | 33.000                  | 86400                          | 172800.00                            | 415.69                                  | 36.921630              | 0.893785025                              | 0.04383764  |  |
| 0.55858                 | 60.000                  | 86400                          | 259200.00                            | 509.12                                  | 36.921630              | 1.625063682                              | 0.07202141  |  |
| 0.55858                 | 62.000                  | 86400                          | 345600.00                            | 587.88                                  | 36.921630              | 1.679232472                              | 0.06925759  |  |
| 0.55858                 | 64.000                  | 86400                          | 432000.00                            | 657.27                                  | 36.921630              | 1.733401261                              | 0.06761268  |  |

**Tabla 45***Ensayo de capilaridad sin aditivo (con aditivo).*

| MUESTRAS                | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | $Ti^{0.5}(\text{seg}^{0.5})$ | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm2seg0,5] | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm2] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--|--|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS 1 EN 0 HORAS   | 0                              | 0.00                                 | 0.00                         | 0  | 0  | 0.00%        | 100.00%                  |
| MUESTRAS 1 EN 24 HORAS  | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                       | 0.023696377                                    | 0.406265921                              | 2.37%        | 97.63%                   |
| MUESTRAS 1 EN 48 HORAS  | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                       | 0.043837637                                    | 0.893785025                              | 4.38%        | 95.62%                   |
| MUESTRAS 1 EN 72 HORAS  | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                       | 0.072021413                                    | 1.625063682                              | 7.20%        | 92.80%                   |
| MUESTRAS 1 EN 96 HORAS  | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                       | 0.069257592                                    | 1.679232472                              | 6.93%        | 93.07%                   |
| MUESTRAS 1 EN 120 HORAS | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                       | 0.067612683                                    | 1.733401261                              | 6.76%        | 93.24%                   |

**Tabla 46***Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo (con aditivo).***Tabla 47***Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (con aditivo).*

| MUESTRA #2              |                         |                                |                                      |                              |                        |  |  |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|------------------------|--|--|
| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P) (gr) | Tiempo de exposición (T) (seg) | Tiempo acumulado de exposición (seg) | $Ti^{0.5}(\text{seg}^{0.5})$ | Área capilar (S) (cm2) | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm2] | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm2seg0,5] |
|                         | 0                       | 0                              | 0.00                                 | 0.00                         | 41.183870              | 0  | 0  |
| 0.55858                 | 14.000                  | 86400                          | 86400.00                             | 293.94                       | 41.183870              | 0.339938913                              | 0.019827705                                    |
| 0.55858                 | 25.000                  | 86400                          | 172800.00                            | 415.69                       | 41.183870              | 0.607033773                              | 0.029773296                                    |
| 0.55858                 | 54.000                  | 86400                          | 259200.00                            | 509.12                       | 41.183870              | 1.31119295                               | 0.058110934                                    |
| 0.55858                 | 55.000                  | 86400                          | 345600.00                            | 587.88                       | 41.183870              | 1.335474301                              | 0.055079768                                    |
| 0.55858                 | 55.000                  | 86400                          | 432000.00                            | 657.27                       | 41.183870              | 1.335474301                              | 0.052091228                                    |

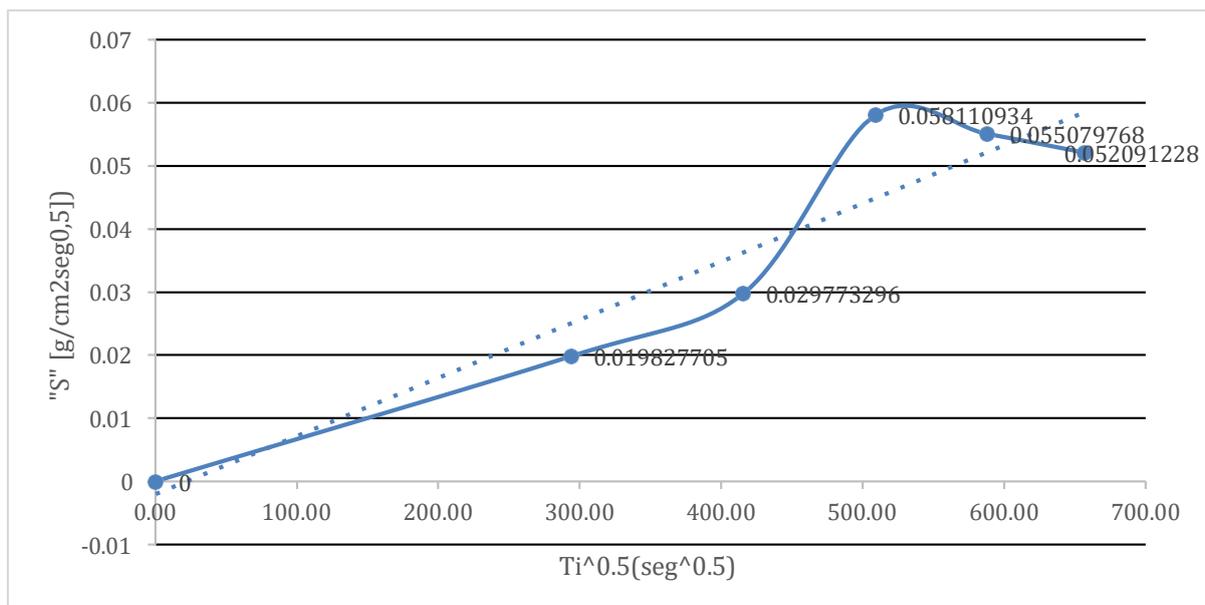
**Tabla 48**

*Ensayo de capilaridad sin aditivo (con aditivo).*

| MUESTRAS                   | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0,5</sup> ] | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|--|---|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS 2<br>EN 0 HORAS   | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 0  | 0   | 0.00%        | 100.00%                  |
| MUESTRAS 2<br>EN 24 HORAS  | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                                  | 0.019827705  | 0.339938913   | 1.98%        | 98.02%                   |
| MUESTRAS 2<br>EN 48 HORAS  | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                                  | 0.029773296  | 0.607033773   | 2.98%        | 97.02%                   |
| MUESTRAS 2<br>EN 72 HORAS  | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                                  | 0.058110934  | 1.31119295  | 5.81%        | 94.19%                   |
| MUESTRAS 2<br>EN 96 HORAS  | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                                  | 0.055079768  | 1.335474301   | 5.51%        | 94.49%                   |
| MUESTRAS 2<br>EN 120 HORAS | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                                  | 0.052091228  | 1.335474301   | 5.21%        | 94.79%                   |

**Figura 44**

*Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo*



**Tabla 49**

*Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (con aditivo).*

| MUESTRA #3              |                         |                                |                                      |  |                        |  |  |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------|--|--|
| Propetas (relación a/c) | reso agua ads. (P) (gr) | Tiempo de exposición (T) (seg) | Tiempo acumulado de exposición (seg) | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm2seg0,5] | Area capilar (S) (cm2) | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm2] | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm2seg0,5] |
| 0.55858                 | 14.000                  | 86400                          | 86400.00                             | 0.02048604                                     | 293.94                 | 39.860400                                | 0.02048604                                     |
| 0.55858                 | 24.000                  | 86400                          | 172800.00                            | 0.02953137                                     | 415.69                 | 39.860400                                | 0.02953137                                     |
| 0.55858                 | 32.000                  | 86400                          | 259200.00                            | 0.03557948                                     | 509.12                 | 39.860400                                | 0.03557948                                     |
| 0.55858                 | 37.000                  | 86400                          | 345600.00                            | 0.03828394                                     | 587.88                 | 39.860400                                | 0.03828394                                     |
| 0.55858                 | 38.000                  | 86400                          | 432000.00                            | 0.03718528                                     | 657.27                 | 39.860400                                | 0.03718528                                     |

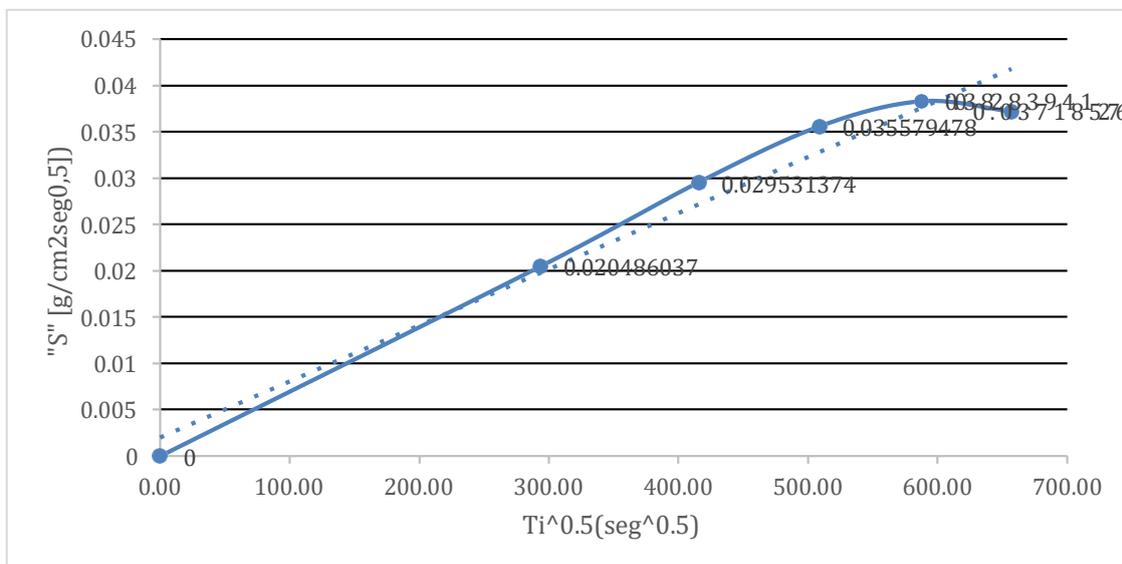
**Tabla 50**

*Ensayo de capilaridad sin aditivo (con aditivo).*

| MUESTRAS                | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm2seg0,5] | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm2] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|--|--|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS 1 EN 0 HORAS   | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 0  | 0  | 0.00%        | 100.00%                  |
| MUESTRAS 1 EN 24 HORAS  | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                                  | 0.020486037                                    | 0.351225778                              | 2.05%        | 97.95%                   |
| MUESTRAS 1 EN 48 HORAS  | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                                  | 0.029531374                                    | 0.602101334                              | 2.95%        | 97.05%                   |
| MUESTRAS 1 EN 72 HORAS  | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                                  | 0.035579478                                    | 0.802801778                              | 3.56%        | 96.44%                   |
| MUESTRAS 1 EN 96 HORAS  | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                                  | 0.038283941                                    | 0.928239556                              | 3.83%        | 96.17%                   |
| MUESTRAS 1 EN 120 HORAS | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                                  | 0.037185276                                    | 0.953327112                              | 3.72%        | 96.28%                   |

**Figura 45**

*Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo (con aditivo)*



**Tabla 111**

*Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (con aditivo).*

| MUESTRA #4              |                         |                                |                                      |   |                                     |   |  |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P) (gr) | Tiempo de exposición (T) (seg) | Tiempo acumulado de exposición (seg) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Área capilar (S) (cm <sup>2</sup> ) | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0,5</sup> ] |
|                         | 0                       | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 41.673260                           | 0   | 0  |
| 0.55858                 | 12.000                  | 86400                          | 86400.00                             | 293.94                                  | 41.673260                           | 0.287954434   | 0.016795593  |
| 0.55858                 | 26.000                  | 86400                          | 172800.00                            | 415.69                                  | 41.673260                           | 0.623901274   | 0.0306006  |
| 0.55858                 | 28.000                  | 86400                          | 259200.00                            | 509.12                                  | 41.673260                           | 0.67189368  | 0.029777745  |
| 0.55858                 | 30.000                  | 86400                          | 345600.00                            | 587.88                                  | 41.673260                           | 0.719886085   | 0.029690694  |
| 0.55858                 | 30.000                  | 86400                          | 432000.00                            | 657.27                                  | 41.673260                           | 0.719886085   | 0.028079724  |

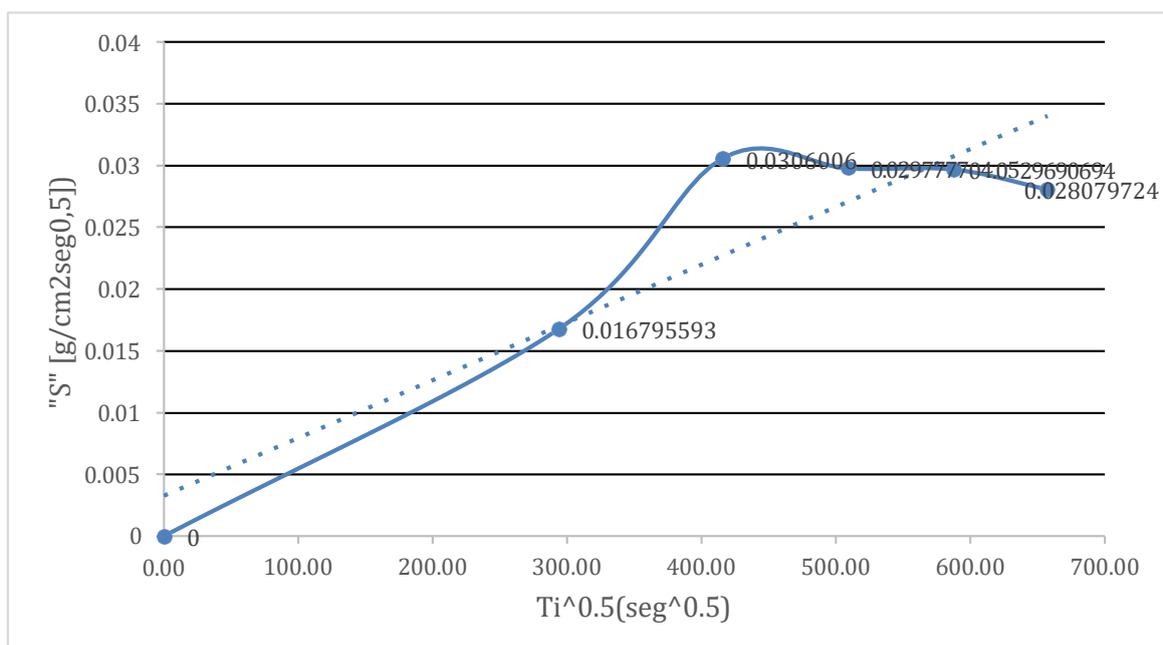
**Tabla 52**

*Ensayo de capilaridad con aditivo (con aditivo).*

| MUESTRAS                | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0,5</sup> ] | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|--|---|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS 1 EN 0 HORAS   | 0                              | 0.00                                 | 0.00                                    | 0  | 0   | 0.00%        | 100.00%                  |
| MUESTRAS 1 EN 24 HORAS  | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                                  | 0.016795593  | 0.287954434   | 1.68%        | 98.32%                   |
| MUESTRAS 1 EN 48 HORAS  | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                                  | 0.0306006  | 0.623901274   | 3.06%        | 96.94%                   |
| MUESTRAS 1 EN 72 HORAS  | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                                  | 0.029777745  | 0.67189368  | 2.98%        | 97.02%                   |
| MUESTRAS 1 EN 96 HORAS  | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                                  | 0.029690694  | 0.719886085   | 2.97%        | 97.03%                   |
| MUESTRAS 1 EN 120 HORAS | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                                  | 0.028079724  | 0.719886085   | 2.81%        | 97.19%                   |

**Figura 46**

*Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo (con tiempo)*



**Tabla 53**

*Hallando la capacidad capilar y la velocidad de succión (con aditivo)*

| MUESTRA #5              |                         |                                |                                      |   |                                     |   |  |  |  |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|---|--|--|--|
| Probetas (relación a/c) | Peso agua abs. (P) (gr) | Tiempo de exposición (T) (seg) | Tiempo acumulado de exposición (seg) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Área capilar (S) (cm <sup>2</sup> ) | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0.5</sup> ] |  |  |
|                         | <b>0</b>                | <b>0</b>                       | <b>0.00</b>                          | 0.00                                    | 39.477560                           | 0   | 0  |  |  |
| 0.55858                 | 13.000                  | 86400                          | 86400.00                             | 293.94                                  | 39.477560                           | 0.329301  | 0.01920722   |  |  |
| 0.55858                 | 25.000                  | 86400                          | 172800.00                            | 415.69                                  | 39.477560                           | 0.633271155   | 0.03106017   |  |  |
| 0.55858                 | 27.000                  | 86400                          | 259200.00                            | 509.12                                  | 39.477560                           | 0.683932847   | 0.03031131   |  |  |
| 0.55858                 | 27.000                  | 86400                          | 345600.00                            | 587.88                                  | 39.477560                           | 0.683932847   | 0.02820785   |  |  |
| 0.55858                 | 27.000                  | 86400                          | 432000.00                            | 657.27                                  | 39.477560                           | 0.683932847   | 0.02667734   |  |  |

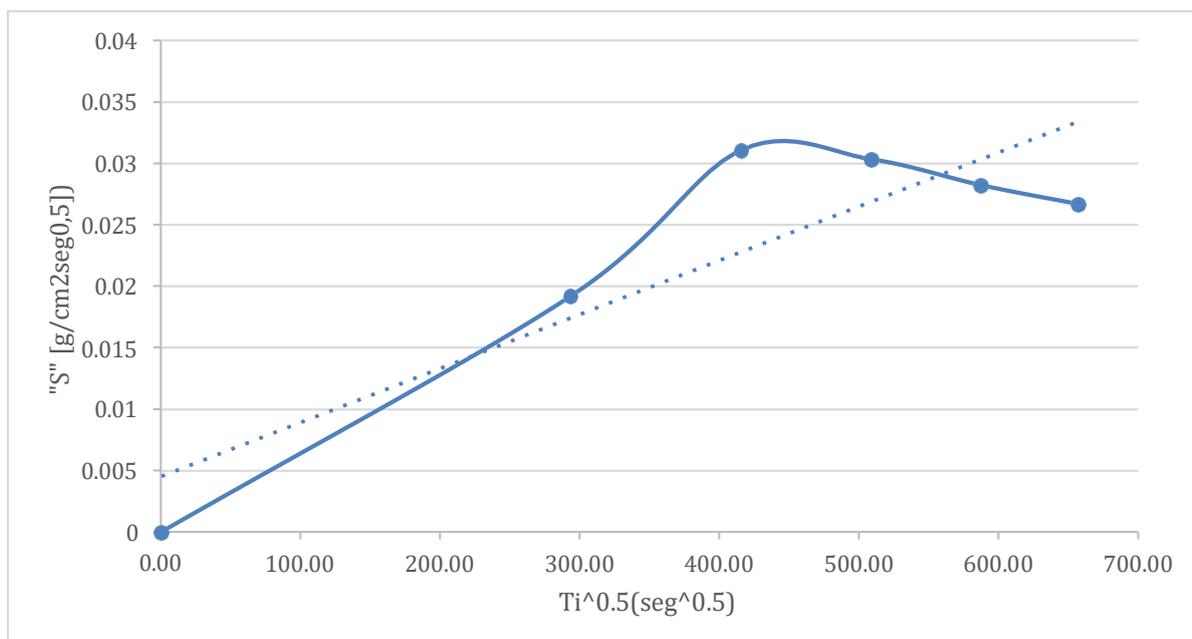
**Tabla 54**

*Ensayo de capilaridad sin aditivo (con aditivo).*

| MUESTRAS                | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | Ti <sup>0.5</sup> (seg <sup>0.5</sup> ) | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0.5</sup> ] | Capacidad de succión capilar "C" [g/cm <sup>2</sup> ] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---|--|---|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS 1 EN 0 HORAS   | 0                              | <b>0.00</b>                          | 0.00                                    | 0  | <b>0</b>  | <b>0.00%</b> | <b>100.00%</b>           |
| MUESTRAS 1 EN 24 HORAS  | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                                  | 0.019207225  | <b>0.329301</b>                                       | <b>1.92%</b> | <b>98.08%</b>            |
| MUESTRAS 1 EN 48 HORAS  | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                                  | 0.031060166  | <b>0.633271155</b>                                    | <b>3.11%</b> | <b>96.89%</b>            |
| MUESTRAS 1 EN 72 HORAS  | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                                  | 0.03031131   | <b>0.683932847</b>                                    | <b>3.03%</b> | <b>96.97%</b>            |
| MUESTRAS 1 EN 96 HORAS  | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                                  | 0.028207853  | <b>0.683932847</b>                                    | <b>2.82%</b> | <b>97.18%</b>            |
| MUESTRAS 1 EN 120 HORAS | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                                  | 0.02667734   | <b>0.683932847</b>                                    | <b>2.67%</b> | <b>97.33%</b>            |

**Figura 47**

*Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo*



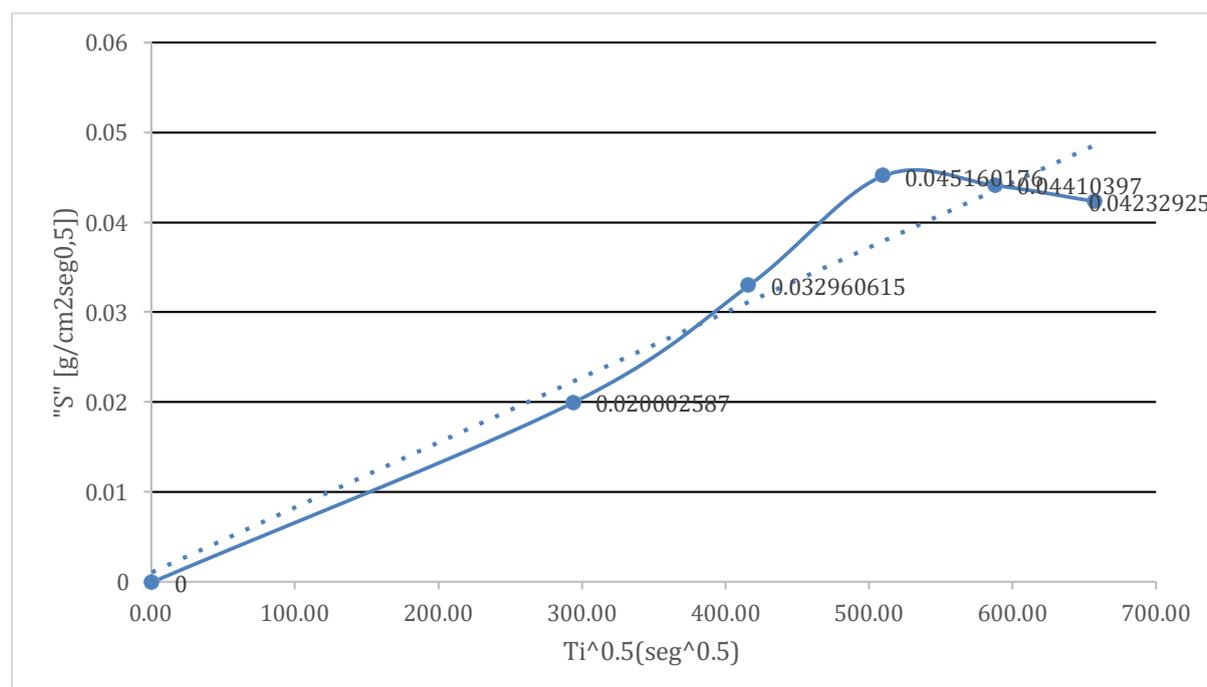
**Tabla 55**

*Ensayo de capilaridad, datos promedios de la muestra sin aditivo (con aditivo)*

| PROMEDIO                |                                |                                      |                              |  |  |              |                          |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--|--|--------------|--------------------------|
| MUESTRAS PROMEDIO       | Tiempo de exposición (T) (min) | Tiempo acumulado de exposición (min) | $Ti^{0.5}(\text{seg}^{0.5})$ | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0,5</sup> ] | Velocidad de succión capilar "S" [g/cm <sup>2</sup> seg <sup>0,5</sup> ] | porcenta (%) | parte seca de la muestra |
| PROM.MUESTR AS 5 EN 0   | 0                              | 0.00                                 | 0.00                         | 0  | 0  | 0.00%        | 100.00%                  |
| PROM.MUESTR AS 5 EN 24  | 1440                           | 1440.00                              | 293.94                       | 0.020002587  | 0.34293721   | 2.00%        | 98.00%                   |
| PROM.MUESTR AS 5 EN 48  | 1440                           | 2880.00                              | 415.69                       | 0.032960615  | 0.67201851   | 3.30%        | 96.70%                   |
| PROM.MUESTR AS 5 EN 72  | 1440                           | 4320.00                              | 509.12                       | 0.045160176  | 1.01897699   | 4.52%        | 95.48%                   |
| PROM.MUESTR AS 5 EN 96  | 1440                           | 5760.00                              | 587.88                       | 0.04410397   | 1.06935305   | 4.41%        | 95.59%                   |
| PROM.MUESTR AS 5 EN 120 | 1440                           | 7200.00                              | 657.27                       | 0.04232925   | 1.08520432   | 4.23%        | 95.77%                   |

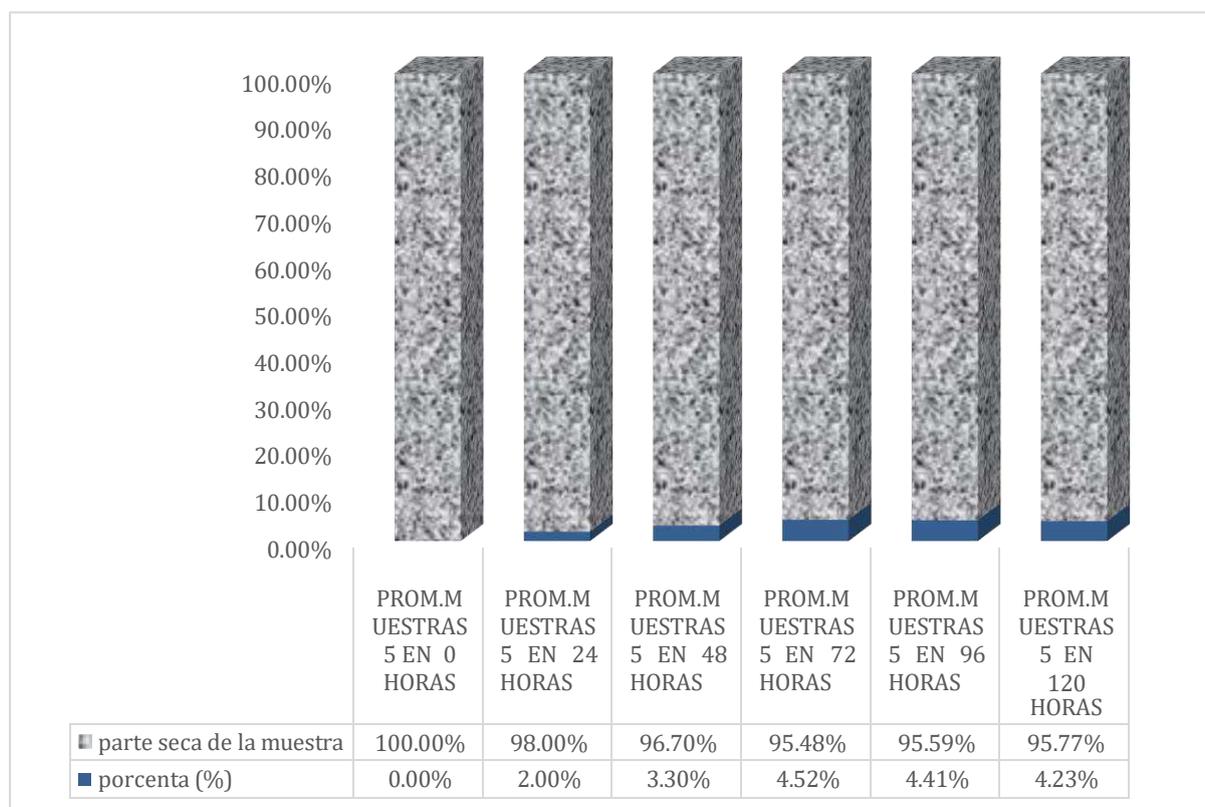
**Figura 48**

*Capacidad de succión capilar en función de la raíz cuadrada del tiempo y velocidad de succión capilar "S"*



**Figura 49**

velocidad de succión capilar "S", en las muestras analizadas (con aditivo)



Respecto al porcentaje de absorción de agua en las muestras **con el aditivo** son en promedio que a las 24 horas es 2.00 %, a las 48 horas 3.30% , a las 72 horas 4.52% , a las 96 horas 4.41% y a las 120 horas 4.23% siendo su adsorción máxima de 4.52%, esto quiere decir que minimiza la adsorción del agua.

#### d) Análisis de la prueba

El promedio de la Velocidad de succión capilar "S" en el quinto día fue 0.290401 g/cm<sup>2</sup>seg<sup>0,5</sup> , Capacidad de succión capilar "C" 7.44457 g/cm<sup>2</sup> de las muestras sin aditivo fueron y las con el aditivo fueron Velocidad de succión capilar "S" en el quinto día fue 0.042329 g/cm<sup>2</sup>seg<sup>0,5</sup> , Capacidad de succión capilar "C" 1.0852 g/cm<sup>2</sup>, esto quiere decir que cuando supera los 0.5 g/cm<sup>2</sup>seg<sup>0,5</sup> la Capacidad de succión capilar y el 0.047 g/cm<sup>2</sup>seg<sup>0,5</sup> no son

aptos para la construcción, en lugares donde haya presencia de nivel freático a profundidades que alcancen los cimientos de la Construcción por su grado de porosidad.

### **3.6.9 Contenido de Aire – Olla Washington (Norma MTC E-706)**

#### a) Objetivos

Establecer el procedimiento de ensayo para determinar el contenido de aire en concreto fresco hecho con agregados relativamente densos, observando el cambio de volumen ocasionado por un cambio en la presión sobre el concreto. (Norma MTC E-706).

#### b) Procedimiento

Se coloca una muestra representativa de concreto en la olla que es el recipiente de medida, de forma que esta esté en 3 capas de la misma dimensión aproximadamente. Se apisonará compactando las 3 capas con 25 golpes de varillas de forma uniforme, no se debe golpear el fondo del recipiente y estos golpes deben entrar 25 mm (1”) en la capa anterior.

Al término de la compactación, se debe tener concreto suficiente en la parte superior para poder enrazar completamente utilizando una platina para que obtengamos una superficie lisa.

Se debe limpiar los lados del recipiente para lograr un cierre hermético y eliminar burbujas de aire.

Se agrega agua antes de cerrarla para llevar la superficie hasta la marca del instrumento en cero.

Utilizando la bomba manual de aire aplicaremos presión aumentando poco a poco y golpeando las paredes de la olla, posterior a ello debemos registrar la marca que indica el manómetro. El contenido de aire será:

#### c) Doma de datos

#### **Contenido de aire**

$$A_s = A_i - G$$

$A_s$  = Contenido de aire de la muestra (%)

$A_i$  = Contenido de aire aparente de la muestra (%), lectura del manómetro

$G$  = factor de corrección del agregado (%)

Lectura del equipo = 2.5%

Por lo tanto,  $A_s = 2.5\% - 1\%$

$A_s = 1.5\%$

### Contenido de aire de la mezcla completa

$$A_i = \frac{100 \times A_s \times V_c}{100 \times V_t - A_s \times V_a}$$

$A_i$  = contenido de aire de la mezcla completa, en porcentaje

$V_c$  = volumen absoluto de los componentes de la mezcla, menores de 37,5 mm libres de aire, tal como se determinan a partir de los pesos originales en m<sup>3</sup>.

$V_t$  = volumen absoluto de todos los componentes de la mezcla, libres de aire, en m<sup>3</sup>

$V_a$  = volumen absoluto de los agregados en la mezcla densa, mayores a 37,5mm tal como se determina a partir de los pesos originales de la mezcla, en m<sup>3</sup>

Entonces el contenido de aire de la mezcla completa:

$$A_i = 0.69 / 61 - 0.01284$$

$$A_i = 0.01131$$

$$A_i = 1.13\%$$

#### 4.4.3.3. PROCESAMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA-MÉTODO ACI 237R-07

Con la obtención de los datos necesarios para la dosificación se procede a realizar la dosificación por el método ACI 237R-07.

a) Datos del agregado fino

- Canteras: Vicho.
- Módulo de Finura: 2.89

- Peso Específico: 2300.00kg/m<sup>3</sup>
- Peso Unitario Suelto: 1894.70 kg/m<sup>3</sup>
- Peso Unitario Compactado: 1714.88 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de Humedad: 5.19%
- Porcentaje de Absorción: 1.502%

b) Datos del agregado grueso

- Tamaño máximo nominal: 3/4"
- Peso Específico: 2500.00 kg/m<sup>3</sup>
- Peso Unitario Suelto: 1403.03 kg/m<sup>3</sup>
- Peso Unitario Compactado: 3688.35 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de Humedad: 1.37%
- Porcentaje de Absorción: 0.971 %

c) Datos del agregado cemento

- Marca: Yura
- Tipo: IP
- Peso Específico: 2810 kg/m<sup>3</sup>

d) Datos del agregado agua

- Tipo: Potable
- Peso Específico: 1000 kg/m<sup>3</sup>

e) Datos del aditivo

Nombre: aditivo inhibidor del salitre

Marca: propio

Tipo: Aditivo reductor y neutralizador del salitre

Peso específico: Específico: 1.1 kg/Lt

## RECOLECCIÓN DE DATOS DE ENSAYO DE CAMPO

### Muestreo de pacientes afectados

- a) En la actualidad la comunidad de Pillao Matao, distrito de San Jerónimo, provincia de Cusco, departamento del Cusco presenta la mayor cantidad en porcentaje de salitre en las distintas zonas de la ciudad del Cusco; por lo tanto, es conveniente

realizar un estudio que promueva la investigación de un aditivo inhibidor para disminuir o eliminar este efecto en las cimentaciones.

### Figura 50

*Zonificación de pacientes afectados*



*Nota.* Se muestra la Zonificación de pacientes afectados. Tomada de *Google Maps* (<https://www.google.com/maps/@-13.5478266,71.9043195,606m/data=!3m1!1e3?hl=es-ES&entry=ttu>)

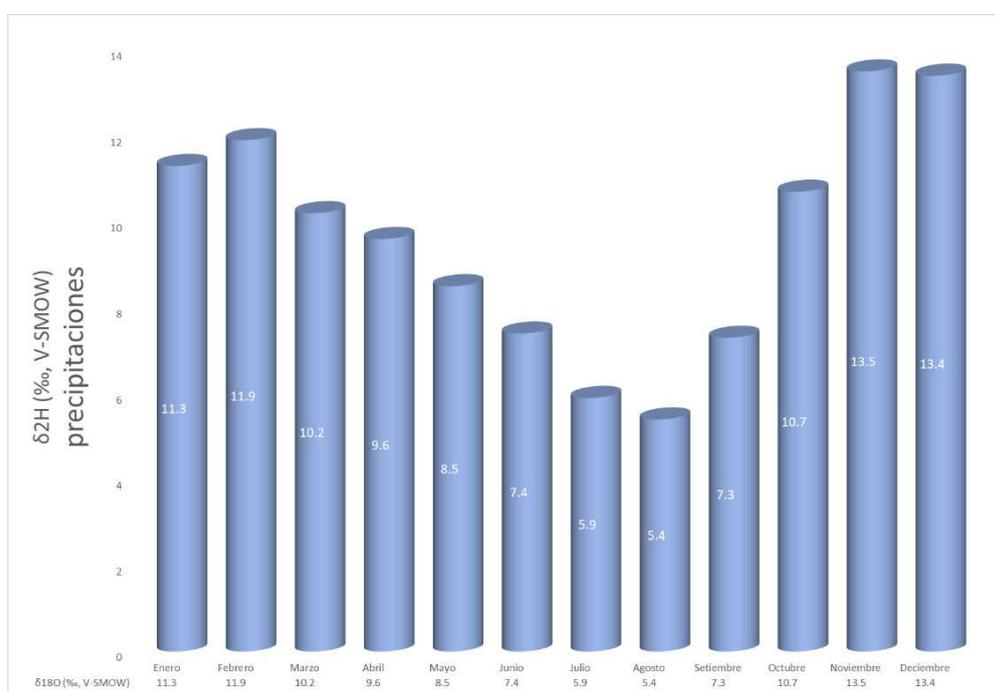
### Tabla 56

*Precipitaciones mensuales en la zona*

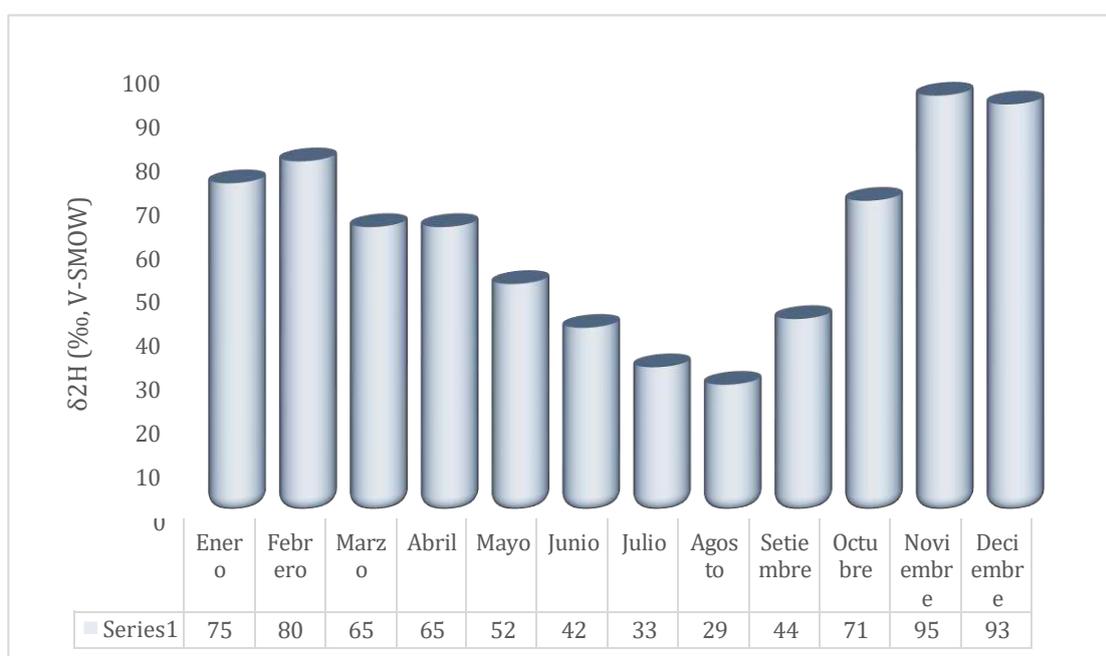
|                                   | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|-----------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| $\delta^2\text{H}$ (‰, V-SMOW)    | -75   | -80     | -65   | -65   | -52  | -42   | -33   | -29    | -44       | -71     | -95       | -93       |
| $\delta^{18}\text{O}$ (‰, V-SMOW) | -11.3 | -11.9   | -10.2 | -9.6  | -8.5 | -7.4  | -5.9  | -5.4   | -7.3      | -10.7   | -13.5     | -13.4     |

**Figura 51**

*Gráfico de precipitaciones mensuales.*

**Figura 52**

*precipitación de la zona.*



*Nota.* Se muestra la Zonificación de la zona de estudio. Tomada de ([https://wateriso.utah.edu/waterisotopes/pages/data\\_access/oipc.html](https://wateriso.utah.edu/waterisotopes/pages/data_access/oipc.html) Adaptación)

Se realizó una caracterización visual de los pacientes y la cantidad de afectados en gravedad de la zona, observando que la mayoría de ellos presenta en las paredes de la cimentación desprendimiento de la pintura, un color blanquecino y algunas fisuras superficiales. Se tomaron muestras de 33 casas para analizarlos cualitativamente y la cantidad de zona afectada.

### **Figura 53**

#### *Caracterización Visual*



- a) Se anotaron medidas de la cantidad de zona afectada en el exterior, de diferentes viviendas unifamiliares a las cuales se verificó que existe nivel freático y que además estas fueron construidas sin algún tipo de aditivo o proceso especial.

**Figura 54**

*Toma de medidas vivienda afectada*

**Figura 55**

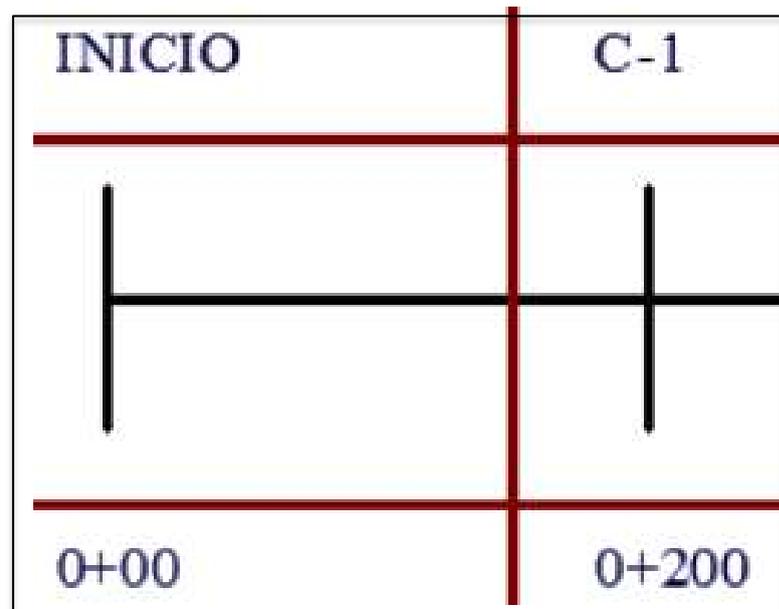
*Toma de medida de vivienda afectada 2*



- b) Con los datos obtenidos en campo se procedió a realizar una calicata de la zona estudiada a fin de obtener datos sobre el nivel freático.

**Figura 56**

*Calicata*



Considerando la norma que establece las dimensiones mínimas para exploración de suelos, se utilizó como base unas dimensiones de 1,5 m x 1,5 m de área y 1,5 m de profundidad. Con ello se buscó el nivel freático, generándose mayor profundidad para exploración y obtención de muestra.

Calicata 1

- Área: 1,5 m x 1,5 m
- Profundidad: 1,7 m

Calicata 2

- Área: 1,5 m x 1,5 m
- Profundidad: 1,8 m

- c) Para un mejor estudio, se obtuvo un perfil estratigráfico de la calicata que se presenta a continuación.

La siguiente tabla muestra la profundidad a la que se muestra la estratigrafía del suelo en el mes de Julio, en el cual el nivel freático estaba a una profundidad mayor de la esperada, esto debido a la frecuencia de precipitaciones en la zona.

**Tabla 57**

*Estratigrafía del suelo correspondiente al mes de noviembre*



La siguiente tabla muestra la profundidad a la que se muestra la estratigrafía del suelo en el mes de diciembre, mes en el cual se hizo la exploración para comparar en relación a la precipitación en la zona por ello el nivel freático estaba a una profundidad menor.

**Tabla 58**

*Estratigrafía del suelo, mes de diciembre*



**Figura 57**

*Estratificación, primera visita*

**Figura 58**

*Estratificación, segunda visita*



- d) Se encontró nivel freático, el cual se tomó una muestra representativa para la obtención de la cantidad en porcentaje de salitre en la zona, esta se utilizará como muestra representativa para todas las demás viviendas unifamiliares debido a que esta se

encuentra próxima a las demás, obtenido de la comunidad de Pillao Matao, distrito de San Jerónimo, provincia de Cusco, departamento de Cusco.

### **Muestra de agua**

Se tomó en consideración lo establecido en la NTP 399.088 para tener las siguientes especificaciones:

- Volumen mínimo de 5 litros.
- Se tomó 2 muestras en diferentes fechas
- En caso de aguas superficiales la muestra se tomará introduciendo el recipiente hasta la profundidad donde el agua se introduzca en él.

Se envasó en recipientes de color claro

### **Figura 59**

*Toma de muestra de agua, mes de noviembre*



**Figura 60**

*Toma de muestra de agua, mes de diciembre*



- e) Se utilizó el método de decantación para obtener la cantidad de salitre, haciendo llegar al punto de ebullición el agua de la muestra obtenida para luego decantarla y asentar el salitre, este compuesto por nitratos que afectan las cimentaciones y al evaporarse se muestran en las paredes y pisos.

**Figura 61**

*Asentamiento*



- f) Con los datos obtenidos, se puede calcular posteriormente la cantidad en porcentaje que se presenta en el nivel freático

### Requisitos de calidad del agua

Al ser el agua un componente esencial para el concreto, esta debe ser de preferencia agua potable o de las que se tenga experiencia que se haya usado para ese fin y además de que tenemos en consideración que estos deben cumplir los requisitos establecidos para los diferentes fines en la NTP 339.088. Se debe considerar también que esta debe estar dentro de ciertos límites en cuanto a las cantidades de unidades de la sustancia que exista por cada millón de unidades, como se observa a continuación.

**Tabla 59**

*Valores permisibles para el agua*

| Sustancia                                 | Expresado en        | Límite              |
|---|---------------------|---------------------|
| Materia orgánica                          | Oxígeno consumido   | 3ppm                |
| Residuo sólido                            | -                   | No mayor de 5000ppm |
| Ph  | -                   | Entre 5,5 y 8       |
| Sulfatos                                  | Ion SO <sub>4</sub> | Menor de 600 ppm    |
| Cloruros                                  | Ion Cl              | Menor de 1000ppm    |
| Carbonatos<br>y<br>bicarbonatos alcalinos | Alcalinidad total   | Mayor de 1000 ppm   |

Fuente. NTP 339.088

### Requisitos de durabilidad

Se tomará en cuenta los límites permisibles según la NTP 339.088

- Ph del agua en promedio neutro 7
- Cantidad de sustancias nocivas se deben sumar a los contenidos en los agregados

### Análisis de recolección de muestras

En la recolección de muestras se pudo visualizar las variadas condiciones en que se presenta el nivel freático, además de las diferentes profundidades en las que se muestra en los meses a través del año dictadas con la presencia de lluvias en la zona.

### Tabla 60

*Resumen de muestra recogidas*

| Muestra | Tipo de muestra | Ubicación de la muestra | Temperatura °C | Humedad % |
|---------|-----------------|-------------------------|----------------|-----------|
| Nº1     | Agua            | Nivel freático          | 19.5           | 45        |
| Nº2     | Agua            | Nivel freático          | 17.8           | 49        |

### Análisis químico del agua en la comunidad de Pillamatao

Se hizo un análisis químico de las muestras de agua en la comunidad de Pillao Matao, distrito de San Jerónimo, ciudad del Cusco para verificar la cantidad y poder tener resultados de acuerdo a lo establecido por la NTP 399.088, los cuales se muestran a continuación.

**Tabla 61**

*Análisis químico del agua en la comunidad de Pillao Matao, diciembre 2023*

| <b>Descripción</b>    | <b>Cantidad</b> |
|-----------------------|-----------------|
| Alcalinidad           | 23              |
| pH                    | 7.4             |
| Sólidos en suspensión | 260             |
| Sulfato               | 158             |

*Fuente. Elaboración Propia*

## **PACIENTES AFECTADOS**

### **Paciente 1:**

Material de construcción: concreto

Ubicación: Comunidad Pillamatao, San Jerónimo

Temperatura: 17.6 °C

Humedad: 42%

### **Figura 62**

*Paciente 1*



**Paciente 2:**

Material de construcción: concreto

Ubicación: Comunidad Pillaomatao, San Jerónimo

Temperatura: 18.1 °C

Humedad: 43%

**Figura 63**

*Paciente 2*



Fuente. Elaboración Propia

**Paciente 3:**

Material de construcción: concreto

Ubicación: Comunidad Pillaomatao, San Jerónimo

Temperatura: 17.8 °C

Humedad: 39%

**Figura 64***Paciente 3*

Fuente. Elaboración Propia

**Paciente 4:**

Material de construcción: concreto

Ubicación: Comunidad Pillaomatao, San Jerónimo

Temperatura: 17.8 °C

Humedad: 41%

**Figura 65***Paciente 4*

Fuente. Elaboración Propia

**Paciente 5:**

Material de construcción: concreto

Ubicación: Comunidad Pillaomatao, San Jerónimo

Temperatura: 17.7 °C

Humedad: 42.3%

**Figura 66***Paciente 5*

Fuente. Elaboración Propia

**Paciente 6:**

Material de construcción: concreto

Ubicación: Comunidad Pillaomatao, San Jerónimo

Temperatura: 17.4 °C

Humedad: 41.6%

**Figura 67***Paciente 6*

Fuente. Elaboración Propia

**CARACTERÍSTICAS DE LA HUMEDAD EN LAS VIVIENDAS DE PILLA MATAO****Primer día de salida a campo**

En el primer día de salida a campo se realizó la observación y anotación de diferentes muestras halladas en distintas viviendas, considerando el tipo de muestra característica como son la infiltración, capilaridad, condensación, crecimiento de moho y agua de lluvia. Se identificaron un total de 52 viviendas con distintos factores en relación a la cantidad de área en m<sup>2</sup> que afectaba a las viviendas unifamiliares de la comunidad de Pillamatao, distrito de San Jerónimo, provincia del Cusco encontrándose que la mayor incidencia se encuentra en la capilaridad con un 63.46% y la menor incidencia se encuentra en igual medida en la condensación y el crecimiento de moho con un 7.69%.

**Tabla 62**

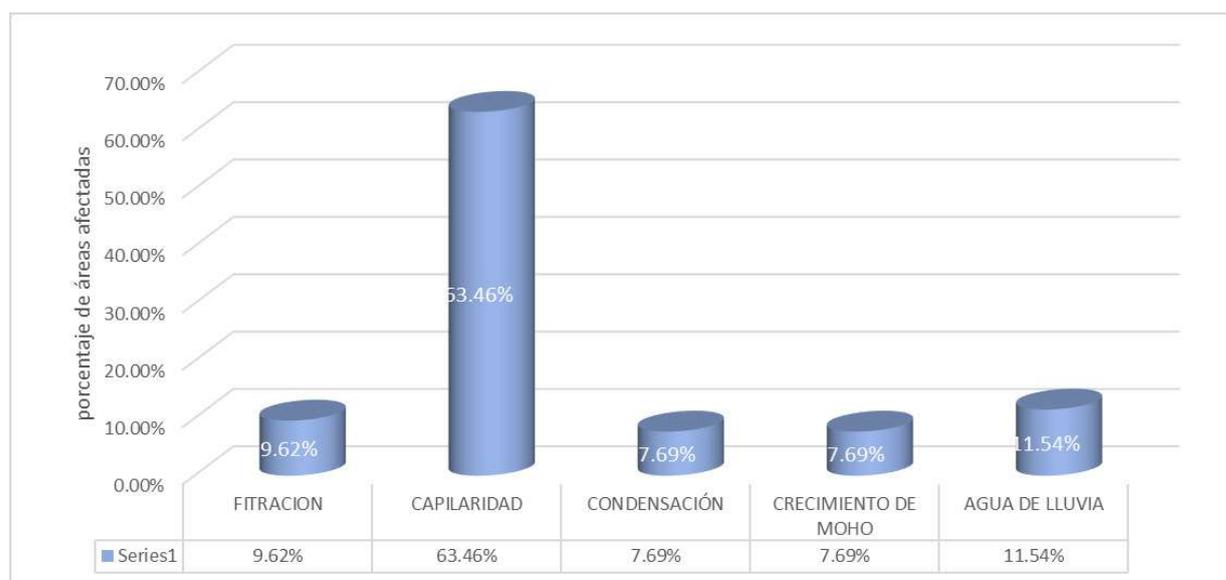
*Áreas en contradas en el primer día de salida a campo.*

Tabla resumen de las características de la humedad.

| FACTORES                             | HUEMDAD               |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        | MUESTRAS ENCONTRADAS | %              |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|----------------|
|                                      | T-1 (m <sup>2</sup> ) | T-2 (m <sup>2</sup> ) | T-3 (m <sup>2</sup> ) | T-4 (m <sup>2</sup> ) | T-5 (m <sup>2</sup> ) | T-6 (m <sup>2</sup> ) | T-7 (m <sup>2</sup> ) | T-8 (m <sup>2</sup> ) | T-9 (m <sup>2</sup> ) | T-10 (m <sup>2</sup> ) |                      |                |
| FITRACION                            | 2                     |                       | 3                     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        | 5                    | 9.62%          |
| CAPILARIDAD                          | 2                     | 4                     |                       | 6                     | 8                     |                       |                       | 2                     | 2                     | 9                      | 33                   | 63.46%         |
| CONDENSACIÓN                         | 1                     |                       |                       | 2                     |                       |                       |                       |                       |                       | 1                      | 4                    | 7.69%          |
| CRECIMIENTO DE MOHO                  | 1                     |                       |                       | 3                     |                       |                       |                       |                       |                       |                        | 4                    | 7.69%          |
| AGUA DE LLUVIA                       | 1                     |                       |                       | 5                     |                       |                       |                       |                       |                       |                        | 6                    | 11.54%         |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |                       |                       |                       |                       | <b>38</b>             |                       |                       |                       |                       | <b>14</b>              | <b>52</b>            | <b>100.00%</b> |

**Figura 68**

*Características de la Humedad.*



Fuente. Elaboración Propia

**Observaciones:** La zona donde se obtuvieron estas muestras fueron de las viviendas más cercanas a la galería de infiltración que existe.

## Segundo día de salida a campo

En el segundo día de salida a campo se realizó la observación y anotación de diferentes muestras halladas en distintas viviendas, considerando el tipo de muestra característica como son la infiltración, capilaridad, condensación, crecimiento de moho y agua de lluvia. Se identificaron un total de 50 muestras con distintos factores en relación a la cantidad de área en m<sup>2</sup> que afectaba a las viviendas unifamiliares de la comunidad de Pillaomatao, distrito de San Jerónimo, provincia del Cusco encontrándose que la mayor incidencia se encuentra en la capilaridad con un 50% y la menor incidencia se encuentra la filtración con un 2%.

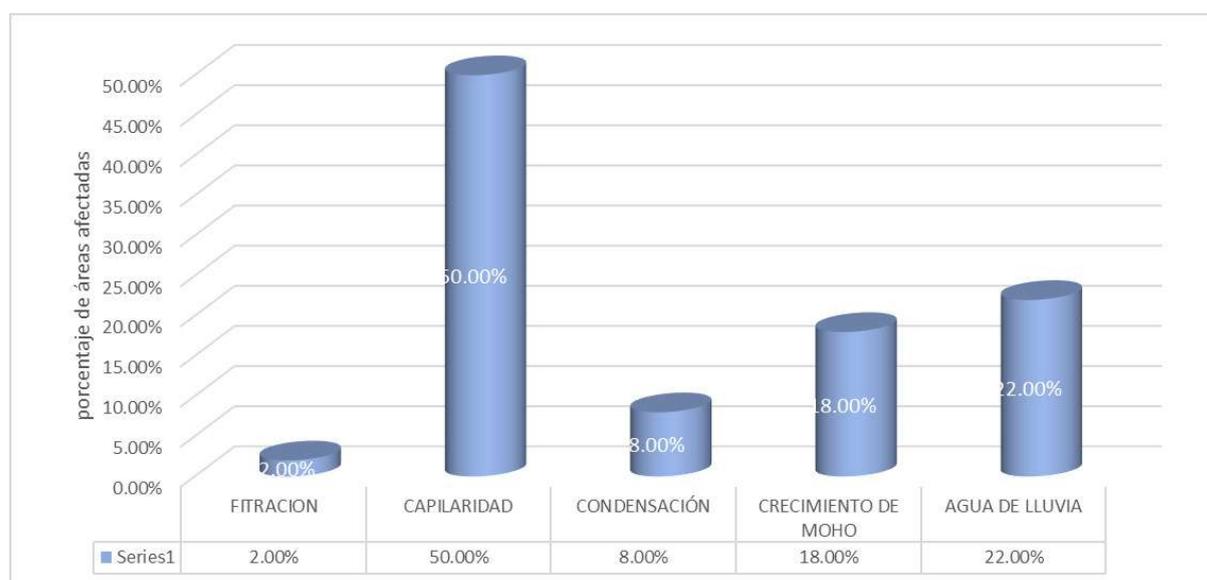
**Tabla 63**

*Áreas en contradas en el segundo día de salida a campo.*

| FACTORES                             | HUEMDAD               |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        | MUESTRAS ENCONTRADAS | %       |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|---------|
|                                      | T-1 (m <sup>2</sup> ) | T-2 (m <sup>2</sup> ) | T-3 (m <sup>2</sup> ) | T-4 (m <sup>2</sup> ) | T-5 (m <sup>2</sup> ) | T-6 (m <sup>2</sup> ) | T-7 (m <sup>2</sup> ) | T-8 (m <sup>2</sup> ) | T-9 (m <sup>2</sup> ) | T-10 (m <sup>2</sup> ) |                      |         |
| FITRACION                            | 1                     |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                        | 1                    | 2.00%   |
| CAPILARIDAD                          | 1                     | 3                     | 2                     | 6                     | 4                     |                       | 1                     | 1                     | 1                     | 6                      | 25                   | 50.00%  |
| CONDENSACIÓN                         | 1                     |                       |                       | 2                     |                       |                       |                       |                       |                       | 1                      | 4                    | 8.00%   |
| CRECIMIENTO DE MOHO                  | 1                     |                       |                       | 3                     |                       |                       | 1                     | 1                     | 2                     | 1                      | 9                    | 18.00%  |
| AGUA DE LLUVIA                       | 1                     | 2                     | 1                     | 2                     | 2                     |                       |                       | 1                     | 2                     |                        | 11                   | 22.00%  |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |                       |                       |                       |                       | 32                    |                       |                       |                       |                       | 18                     | 50                   | 100.00% |

**Figura 69**

*Características de la Humedad.*



**Observaciones:** En esta salida a campo se obtuvieron datos de una zona diferente a la primera por lo que esta representa una muestra confiable para mejorar la cantidad y calidad de datos que se obtengan.

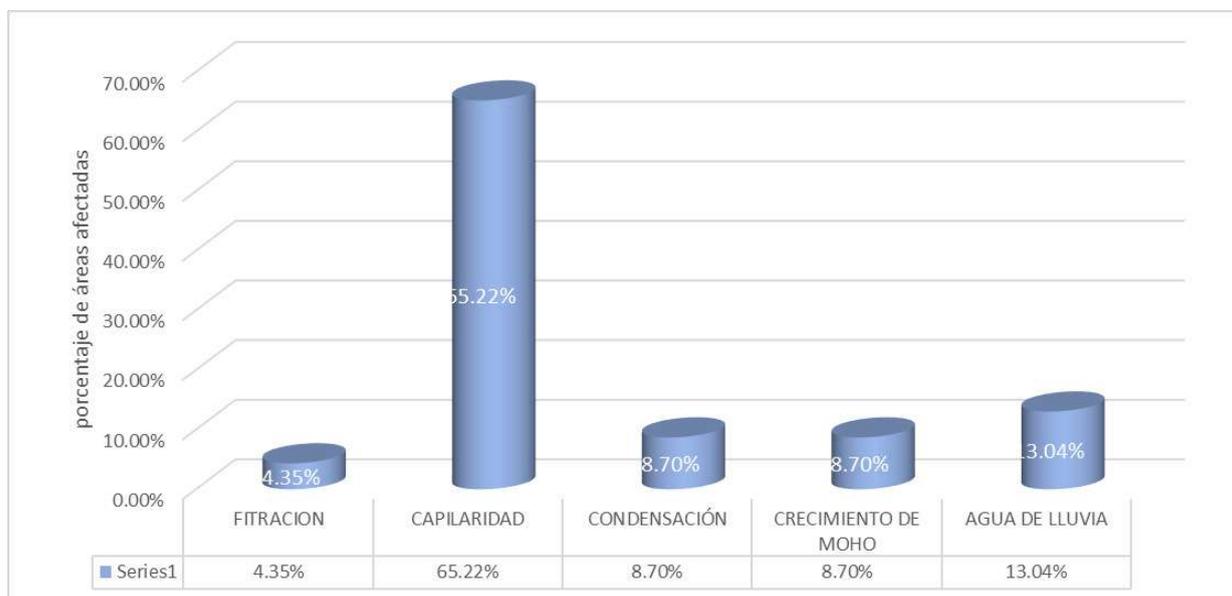
### Tercer día de salida a campo

En el tercer día de salida a campo se realizó la observación y anotación de diferentes muestras halladas en distintas viviendas, considerando el tipo de muestra característica como son la infiltración, capilaridad, condensación, crecimiento de moho y agua de lluvia. Se identificaron un total de 46 muestras con distintos factores en relación a la cantidad de área en m<sup>2</sup> que afectaba a las viviendas unifamiliares de la comunidad de Pillaomatao, distrito de San Jerónimo, provincia del Cusco encontrándose que la mayor incidencia se encuentra en la capilaridad con un 65.22% y la menor incidencia se encuentra la filtración con un 4.35%.

**Tabla 64**

*Áreas en contradas en el tercer día de salida a campo.*

| FACTORES                                 | HUEMDAD                  |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                           | MUESTRAS<br>ENCONTRADAS | %       |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|---------|
|  | T-1<br>(m <sup>2</sup> ) | T-2<br>(m <sup>2</sup> ) | T-3<br>(m <sup>2</sup> ) | T-4<br>(m <sup>2</sup> ) | T-5<br>(m <sup>2</sup> ) | T-6<br>(m <sup>2</sup> ) | T-7<br>(m <sup>2</sup> ) | T-8<br>(m <sup>2</sup> ) | T-9<br>(m <sup>2</sup> ) | T-10<br>(m <sup>2</sup> ) |                         |         |
| FITRACION                                | 1                        |                          | 1                        |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                           | 2                       | 4.35%   |
| CAPILARIDAD                              | 2                        | 4                        |                          | 6                        | 8                        |                          |                          |                          | 1                        | 9                         | 30                      | 65.22%  |
| CONDENSACIÓN                             | 1                        |                          |                          | 2                        |                          |                          |                          |                          |                          | 1                         | 4                       | 8.70%   |
| CRECIMIENTO DE<br>MOHO                   | 1                        |                          |                          | 3                        |                          |                          |                          |                          |                          |                           | 4                       | 8.70%   |
| AGUA DE LLUVIA                           | 1                        |                          |                          | 5                        |                          |                          |                          |                          |                          |                           | 6                       | 13.04%  |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS<br/>ENCONTRADAS</b> |                          |                          |                          |                          | 35                       |                          |                          |                          |                          | 11                        | 46                      | 100.00% |

**Figura 70***Características de la Humedad.*

Fuente. Elaboración Propia

**Cuarto día de salida a campo**

En el cuarto día de salida a campo se realizó la observación y anotación de diferentes muestras halladas en el colegio de Pillaomatao considerando el tipo de muestra característica como son la infiltración, capilaridad, condensación, crecimiento de moho y agua de lluvia. Se identificaron un total de 58 muestras con distintos factores en relación a la cantidad de área en m<sup>2</sup> que afectaba al colegio de Pillaomatao de la comunidad de Pillaomatao, distrito de San Jerónimo, provincia del Cusco encontrándose que la mayor incidencia se encuentra en la capilaridad con un 79.31% y la menor incidencia se encuentran la condensación y el agua de lluvia con un 10.34%.

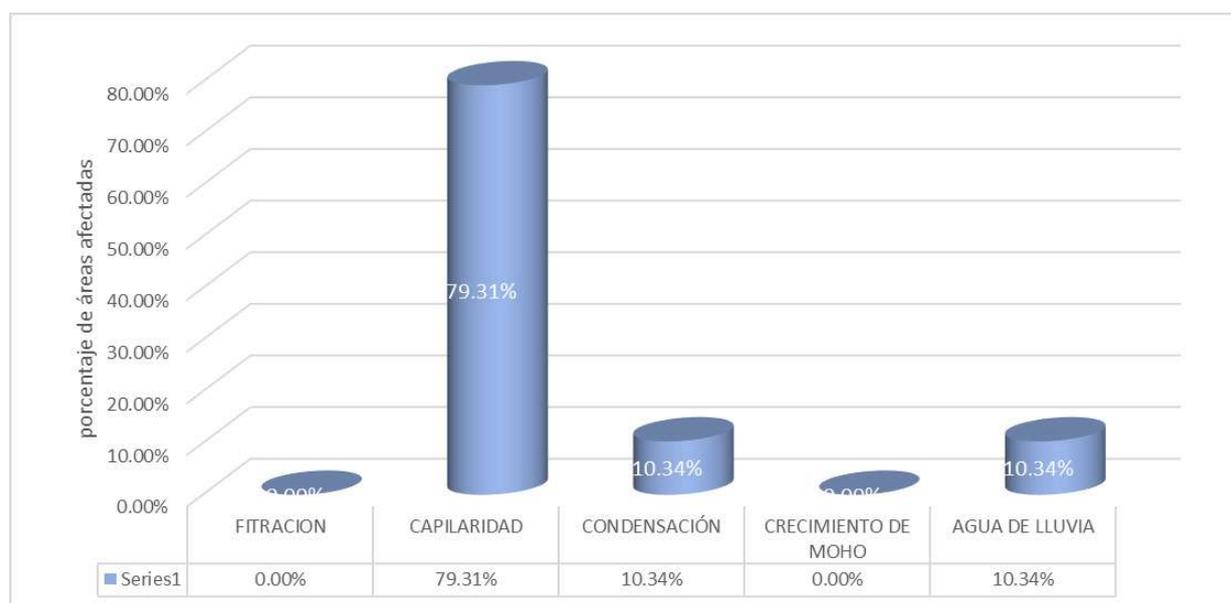
**Tabla 65**

*Áreas en la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao.*

| FACTORES                             | HUEMDAD                  |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                           | MUESTRAS ENCONTRADAS | %              |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|----------------|
|                                      | T-1<br>(m <sup>2</sup> ) | T-2<br>(m <sup>2</sup> ) | T-3<br>(m <sup>2</sup> ) | T-4<br>(m <sup>2</sup> ) | T-5<br>(m <sup>2</sup> ) | T-6<br>(m <sup>2</sup> ) | T-7<br>(m <sup>2</sup> ) | T-8<br>(m <sup>2</sup> ) | T-9<br>(m <sup>2</sup> ) | T-10<br>(m <sup>2</sup> ) |                      |                |
| FITRACION                            |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                           | 0                    | 0.00%          |
| CAPILARIDAD                          | 2                        | 4                        | 7                        | 6                        | 8                        |                          | 3                        | 7                        | 9                        |                           | 46                   | 79.31%         |
| CONDENSACIÓN                         | 1                        | 1                        | 1                        | 2                        |                          |                          |                          |                          |                          | 1                         | 6                    | 10.34%         |
| CRECIMIENTO DE MOHO                  |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                           | 0                    | 0.00%          |
| AGUA DE LLUVIA                       | 1                        | 3                        |                          | 2                        |                          |                          |                          |                          |                          |                           | 6                    | 10.34%         |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |                          |                          |                          |                          | <b>38</b>                |                          |                          |                          | <b>20</b>                |                           | <b>58</b>            | <b>100.00%</b> |

**Figura 71**

*Características de la Humedad.*



Fuente. Elaboración Propia

**Observaciones:** Los datos obtenidos del colegio nos permitieron tener una mejor comprensión del problema que afecta a esta zona puesto que al ser una construcción con la adecuada supervisión técnica, esta ofrecía propiedades confiables de construcción, sin embargo se pudo verificar que este problema no fue tratado desde el inicio y se intentó dar solución posteriormente a nivel superficial sin éxito, mostrándose áreas afectadas en diferentes meses del año y con diferentes cantidades diarias de precipitaciones .

## Resumen

En la tabla 62, tabla 63 ,tabla 64 se muestra la recolección de datos de las 31 viviendas y en tabla 30 de la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao, donde nuestra tesis presentan varias características por lo que se evidencia que en el primer día de las investigaciones presentan 52 muestras de humedad debido a la capilaridad, en el segundo día de la investigaciones presentan 50 muestras de humedad por capilaridad en el tercer día de las investigaciones presenta 46 muestras humedad debido a la capilaridad y en el cuarto día de la investigación , que se realizó en la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao ,con autorización del director presentan 58 muestras de humedad debido a la capilaridad, sumando un total 206 muestras encontradas de la patología humedad.

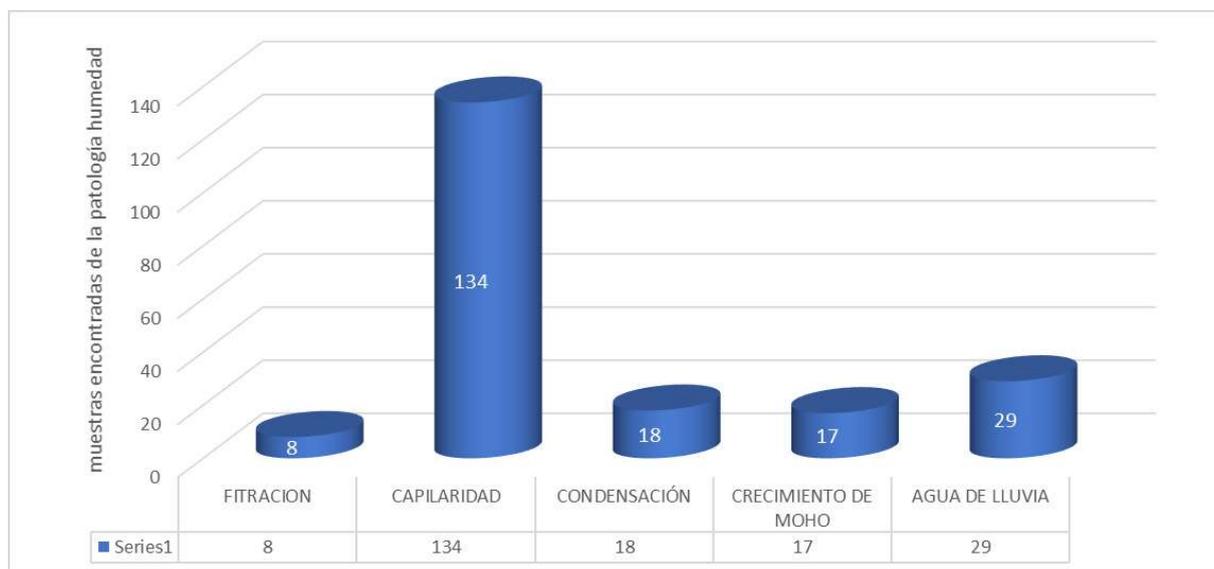
### Tabla 66

*Resumen de las características de la humedad.*

| <b>FACTORES</b>        | <b>CANTIDAD</b> | <b>%</b>       |
|------------------------|-----------------|----------------|
| FITRACION              | 8               | 3.88%          |
| CAPILARIDAD            | 134             | 65.05%         |
| CONDENSACIÓN           | 18              | 8.74%          |
| CRECIMIENTO DE MOHO    | 17              | 8.25%          |
| AGUA DE LLUVIA         | 29              | 14.08%         |
| <b>TOTAL DE MUESTR</b> | <b>206</b>      | <b>100.00%</b> |

**Figura 72**

*Características de la Humedad.*



En la figura 72 se muestra el total de las áreas encontrados de humedad, donde el 8 de humedad se produce debido a la filtración, 134 de todas las investigaciones presenta humedad debido a la capilaridad, 18 debido a la condensación, el 17 debido al crecimiento de moho y 29 debido a la humedad de produce por el agua de lluvia.

### 3.1.3. Características de la Humedad en las viviendas de Pilla Matao.

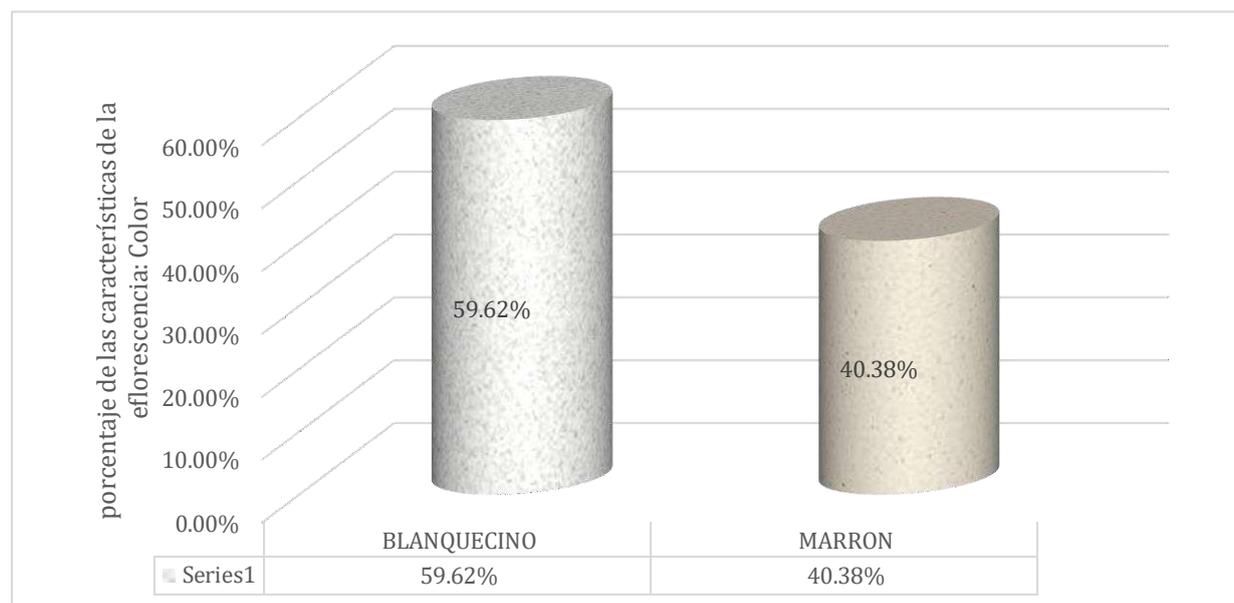
**Tabla 67**

*Tabla de las características de la eflorescencia en el primer día de salida a campo: Color.*

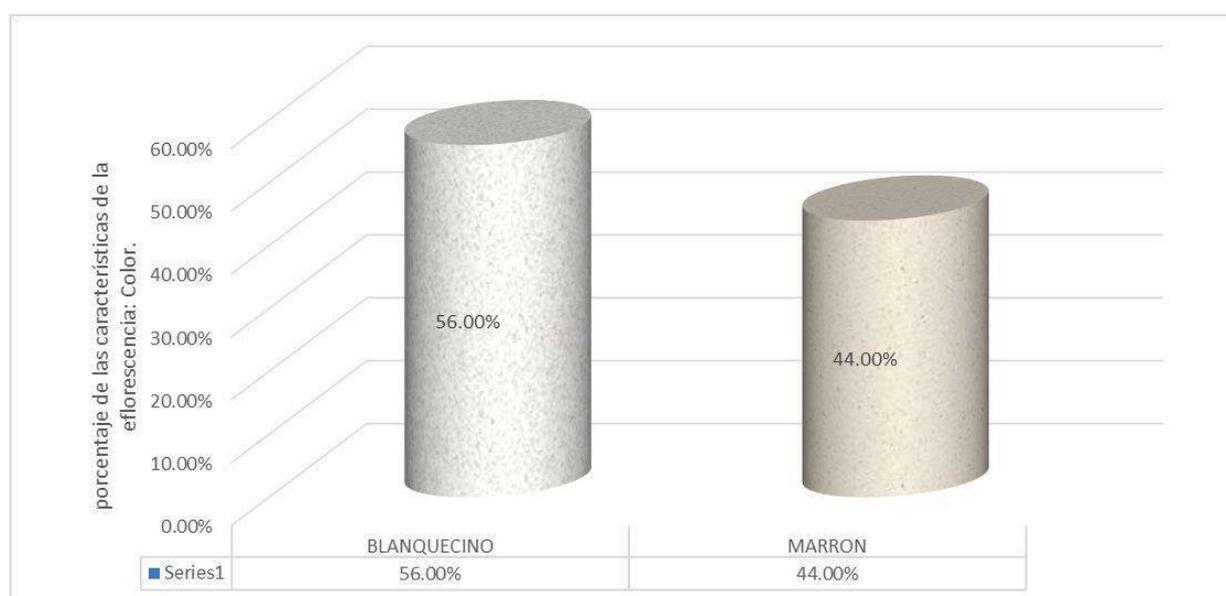
| CLASIFICACIÓN                        | COLOR |     |     |     |     |     |     |     |     |      | PATOLOGIAS ENCONTRADAS | %       |
|--------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------------------------|---------|
|                                      | T-1   | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | T-8 | T-9 | T-10 |                        |         |
| BLANQUECINO                          | 4     |     | 3   | 10  |     |     |     | 2   | 2   | 10   | 31                     | 59.62%  |
| MARRON                               | 3     | 4   |     | 6   | 8   |     |     |     |     |      | 21                     | 40.38%  |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |       |     |     |     | 38  |     |     |     |     | 14   | 52                     | 100.00% |

**Figura 14**

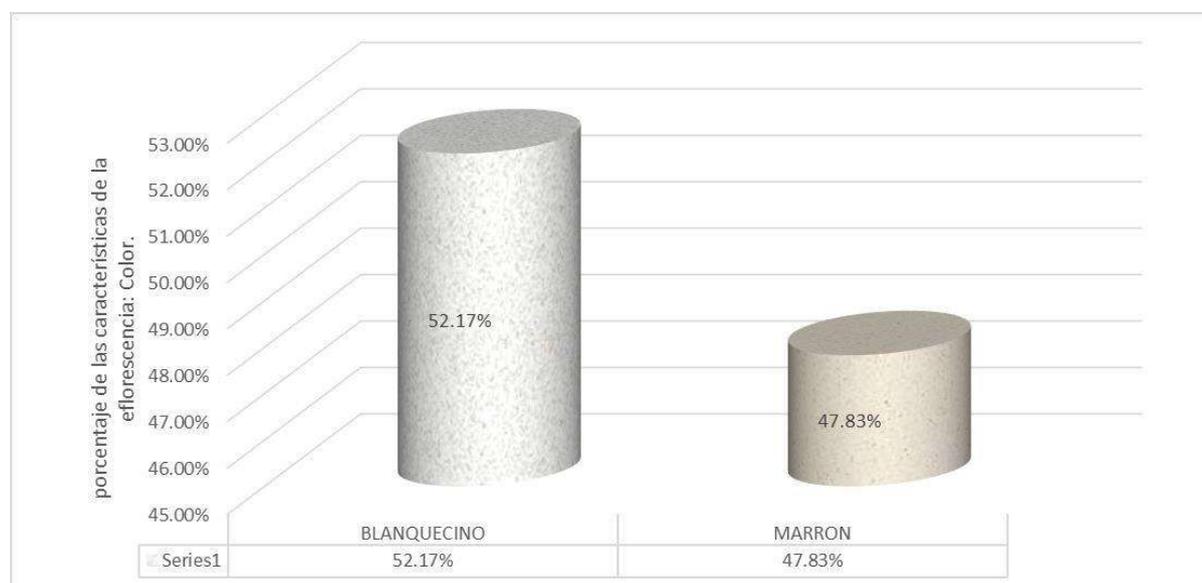
*Características de la eflorescencia: Color*

**Figura 73***Características de la eflorescencia: Color***Tabla 68***Tabla de las características de la eflorescencia en el segundo día de salida a campo: Color.*

| CLASIFICACIÓN                        | COLOR |     |     |     |     |     |     |     |     |      | PATOLOGIAS ENCONTRADAS | %       |
|--------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------------------------|---------|
|                                      | T-1   | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | T-8 | T-9 | T-10 |                        |         |
| BLANQUECINO                          | 3     | 2   | 1   | 7   | 2   |     | 1   | 2   | 4   | 6    | 28                     | 56.00%  |
| MARRON                               | 2     | 3   | 2   | 6   | 4   |     | 1   | 1   | 1   | 2    | 22                     | 44.00%  |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |       |     |     |     | 32  |     |     |     |     | 18   | 50                     | 100.00% |

**Figura 74***Características de la eflorescencia: Color***Tabla 69***Tabla de las características de la eflorescencia en el tercer día de salida a campo: Color.*

| CLASIFICACIÓN                        | COLOR |     |     |     |     |     |     |     |     |      | MUESTRAS ENCONTRADAS | %  |         |
|--------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----------------------|----|---------|
|                                      | T-1   | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | T-8 | T-9 | T-10 |                      |    |         |
| BLANQUECINO                          | 4     |     | 1   | 10  |     |     |     |     |     |      | 9                    | 24 | 52.17%  |
| MARRON                               | 2     | 4   |     | 6   | 8   |     |     |     |     | 1    | 1                    | 22 | 47.83%  |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |       |     |     |     | 35  |     |     |     |     |      | 11                   | 46 | 100.00% |

**Figura 75***Características de la eflorescencia: Color***Tabla 70**

*Tabla de las características de la eflorescencia en la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao:  
Color.*

| CLASIFICACIÓN                        | COLOR |     |     |     |     |     |     |     |     |      | MUESTRAS ENCONTRADAS | %       |
|--------------------------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----------------------|---------|
|                                      | T-1   | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | T-8 | T-9 | T-10 |                      |         |
| BLANQUECINO                          | 2     | 7   | 3   | 6   | 10  |     |     | 3   | 7   | 9    | 47                   | 81.03%  |
| MARRON                               | 2     | 1   | 4   | 2   | 1   |     |     |     |     | 1    | 11                   | 18.97%  |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |       |     |     |     | 38  |     |     |     |     | 20   | 58                   | 100.00% |

## Figura 76

*Características de la eflorescencia en la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao: Color*



En la tabla 67, tabla 68 y tabla 69 se muestra la recolección de datos de las 31 viviendas, y en la tabla 70 de la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao, donde se evidencia que nuestra tesis presenta en el primer día de las investigaciones 31 eflorescencias de color blanquecino y 21 eflorescencias de color marrón, en el segundo día de las investigaciones 28 eflorescencias de color blanquecino y 22 eflorescencias de color marrón, en el tercer día de las investigaciones 24 eflorescencias de color blanquecino y 22 eflorescencias de color marrón, en el cuarto día de las investigaciones, que se realizó en la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao, 47 eflorescencias de color blanquecino y 11 eflorescencias de color marrón, eflorescencias existentes.

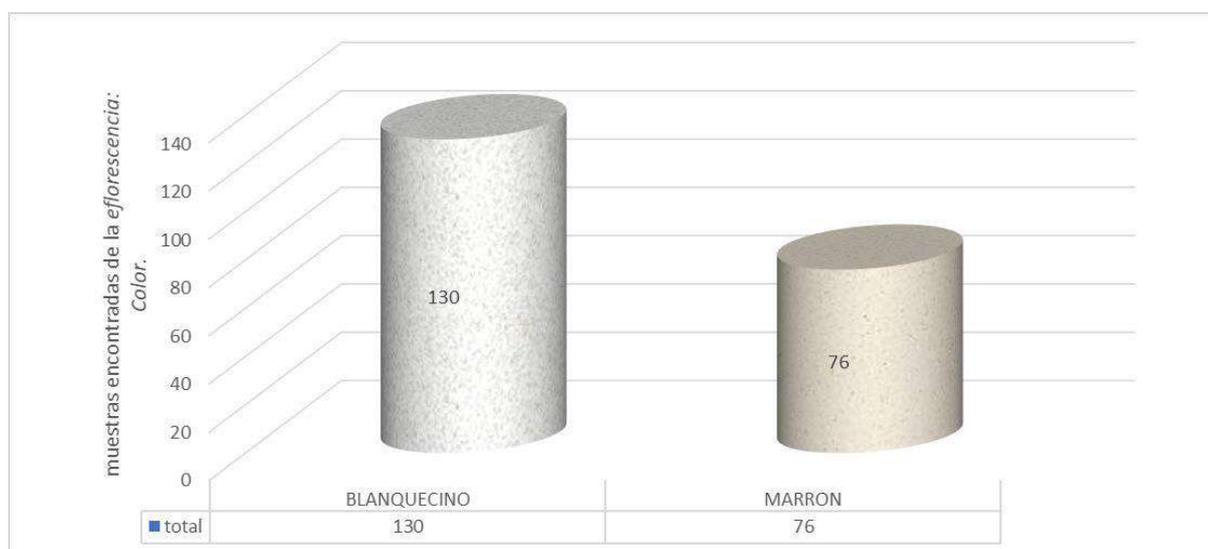
## Tabla 71

*Tabla resumen de las características de la eflorescencia: Color.*

| CLASIFICACIÓN            | CANTIDAD   | %              |
|--------------------------|------------|----------------|
| BLANQUECINO              | 130        | 63.11%         |
| MARRON                   | 76         | 36.89%         |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS</b> | <b>206</b> | <b>100.00%</b> |

## Figura 77

*Muestras encontradas de la eflorescencia: Color.*



En la figura 77 se puede observar la eflorescencia encontrada, donde el 130 de las investigaciones presenta una eflorescencia de color blanquecino y el 76 de las investigaciones presentan eflorescencia de color marrón.

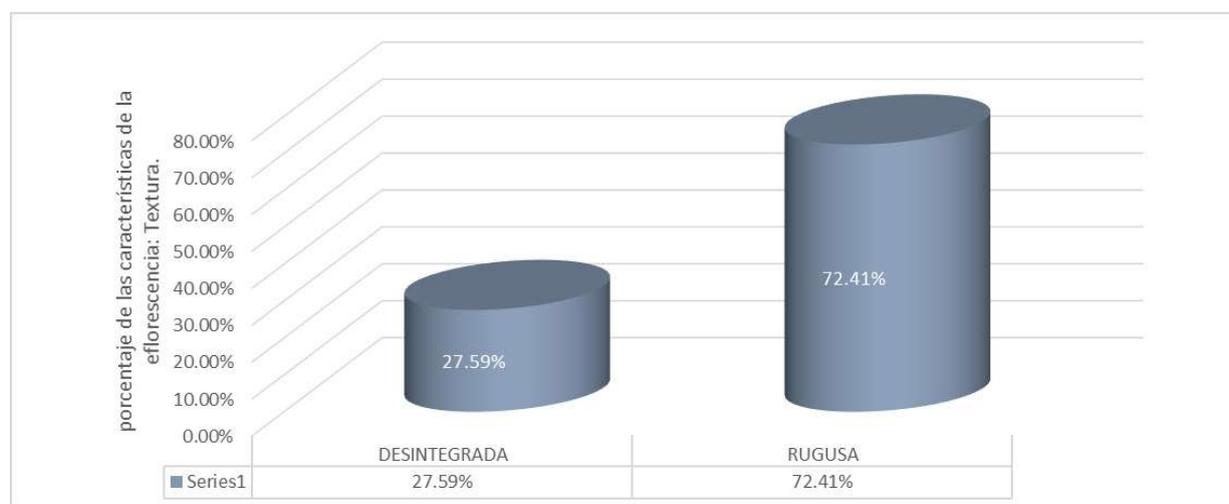
## Tabla 72

*Tabla de las características de la eflorescencia: Textura*

| CLASIFICACIÓN                        | TEXTURA |     |     |     |           |     |     |     |     |           | MUESTRAS ENCONTRADAS | %              |
|--------------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----------|----------------------|----------------|
|                                      | T-1     | T-2 | T-3 | T-4 | T-5       | T-6 | T-7 | T-8 | T-9 | T-10      |                      |                |
| DESINTEGRADA                         | 1       | 3   | 3   | 2   | 3         | 1   | 1   | 1   |     | 1         | 16                   | 27.59%         |
| RUGUSA                               | 3       | 5   | 4   | 6   | 8         |     | 3   | 2   | 2   | 9         | 42                   | 72.41%         |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |         |     |     |     | <b>38</b> |     |     |     |     | <b>20</b> | <b>58</b>            | <b>100.00%</b> |

**Figura 78**

*Muestras encontradas de la eflorescencia: Color.*

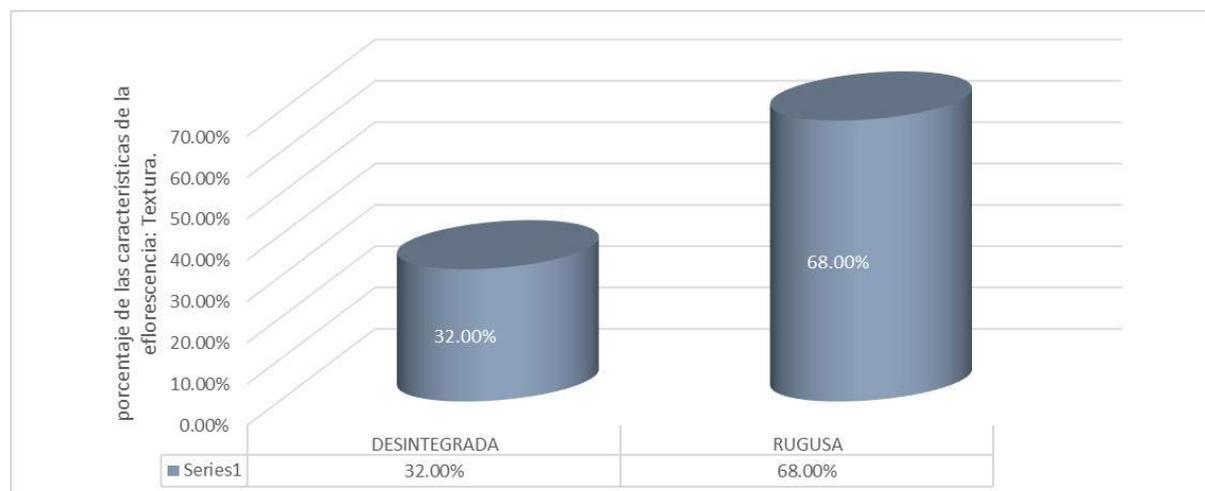
**Tabla 73**

*Tabla de las características de la eflorescencia: Textura*

| CLASIFICACIÓN                        | TEXTURA |     |     |     |     |     |     |     |     |      | PATOLOGIAS ENCONTRADAS | %      |    |         |
|--------------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------------------------|--------|----|---------|
|                                      | T-1     | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | T-8 | T-9 | T-10 |                        |        |    |         |
| DESINTEGRADA                         | 1       | 2   | 1   | 3   | 1   |     | 1   | 2   | 4   | 1    | 16                     | 32.00% |    |         |
| RUGUSA                               | 4       | 3   | 3   | 10  | 4   |     | 3   | 3   | 2   | 2    | 34                     | 68.00% |    |         |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |         |     |     |     |     | 32  |     |     |     |      |                        | 18     | 50 | 100.00% |

**Figura 79**

*Muestras encontradas de la eflorescencia: Color.*



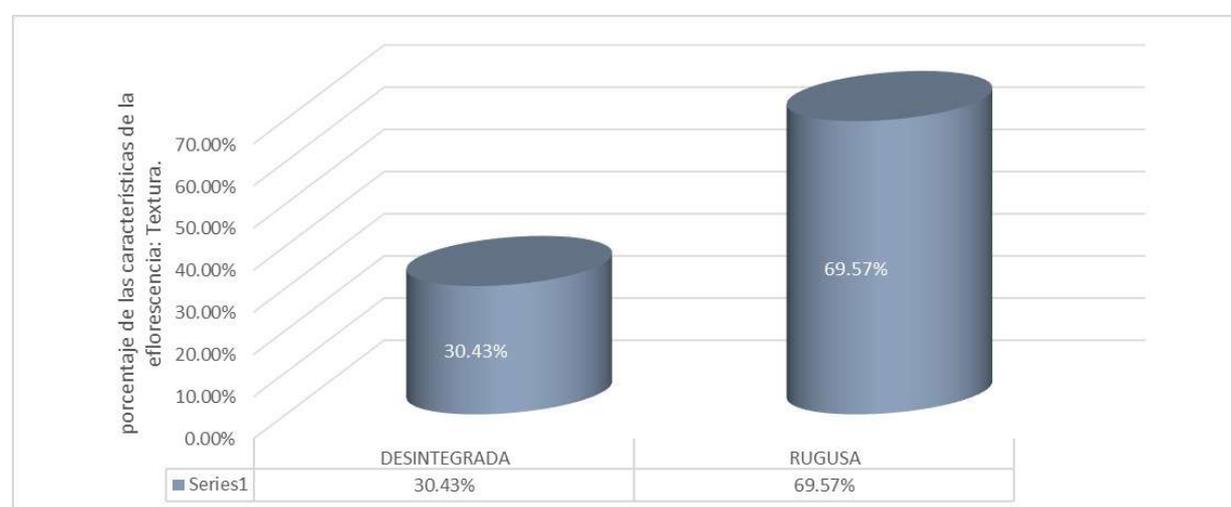
**Tabla 74**

*Tabla de las características de la eflorescencia: Textura*

| CLASIFICACIÓN                        | TEXTURA |     |     |     |     |     |     |     |     |      | MUESTRAS ENCONTRADAS | %      |    |         |
|--------------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----------------------|--------|----|---------|
|                                      | T-1     | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | T-8 | T-9 | T-10 |                      |        |    |         |
| DESINTEGRADA                         | 1       | 1   | 1   |     | 2   | 1   | 1   | 2   | 3   | 2    | 14                   | 30.43% |    |         |
| RUGUSA                               | 3       | 3   | 2   | 6   | 8   | 1   | 2   | 3   | 1   | 3    | 32                   | 69.57% |    |         |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |         |     |     |     |     |     |     |     |     |      | 27                   | 19     | 46 | 100.00% |

**Figura 80**

*Muestras encontradas de la eflorescencia: Textura*

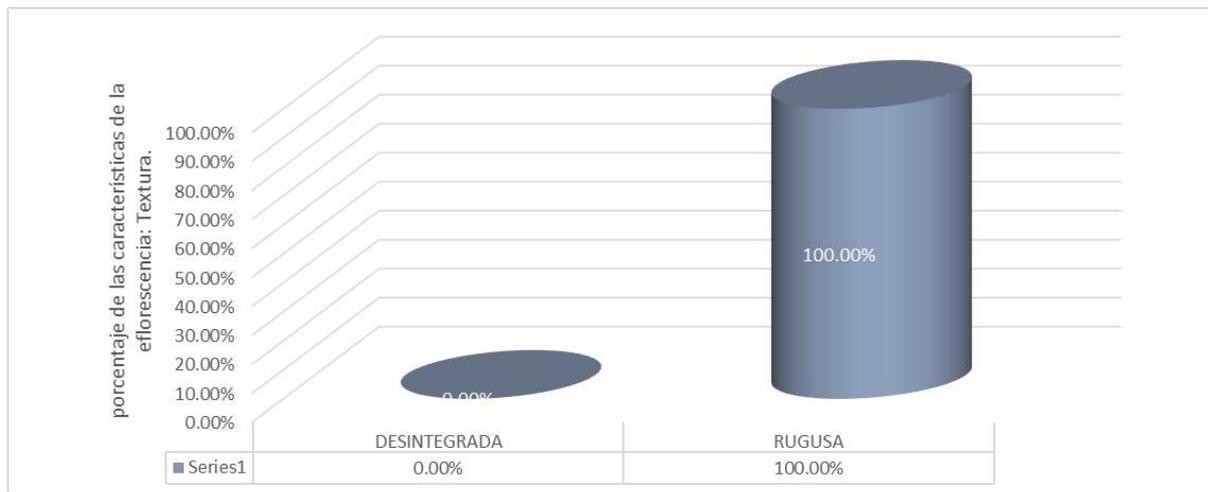
**Tabla 75**

*Tabla de las características de la eflorescencia: Textura*

| CLASIFICACIÓN                        | TEXTURA |     |     |     |     |     |     |     |     |      | MUESTRAS ENCONTRADAS | %       |    |         |
|--------------------------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----------------------|---------|----|---------|
|                                      | T-1     | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | T-8 | T-9 | T-10 |                      |         |    |         |
| DESINTEGRADA                         |         |     |     |     |     |     |     |     |     |      | 0                    | 0.00%   |    |         |
| RUGUSA                               | 18      | 5   | 3   | 7   | 5   | 12  | 3   | 4   | 1   |      | 58                   | 100.00% |    |         |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS ENCONTRADAS</b> |         |     |     |     |     |     |     |     |     |      | 38                   | 20      | 58 | 100.00% |

**Figura 81**

*Muestras encontradas de la eflorescencia: textura.*



En la tabla 72, tabla 73 y tabla 74 se muestra la recolección de datos de las 31 viviendas, y en la tabla 75 de la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao, donde se evidencia que nuestra tesis presenta en el primer día de las investigaciones se encontró 16 eflorescencias con una textura desintegrada y 42 eflorescencias con una textura rugosa ,en el segundo día de las investigaciones 16 eflorescencias con una textura desintegrada y 34 eflorescencias con una textura rugosa, en el tercer día de las investigaciones 14 eflorescencias con una textura desintegrada y 32 eflorescencias con una textura rugosa y en el cuarto día de las investigaciones que se realizó en la I.E. Virgen del Carmen - Pillao Matao , 0 eflorescencias con una textura desintegrada y 58 eflorescencias con una textura rugosa ,sumando un total de 212 eflorescencias existentes.

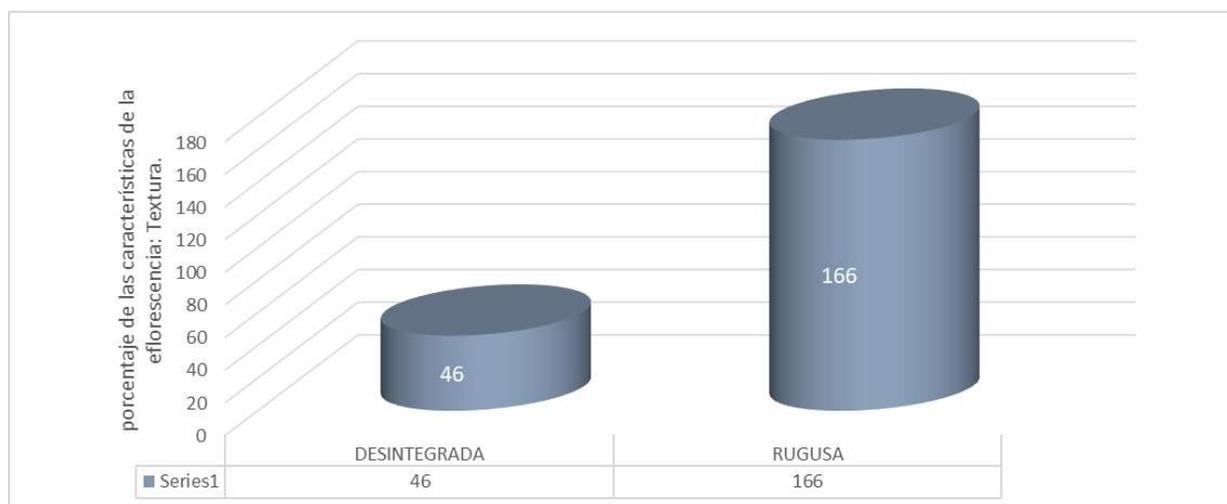
**Tabla 76**

*Tabla resumen de las características de la eflorescencia: Textura*

| CLASIFICACIÓN            | CANTIDAD | %       |
|--------------------------|----------|---------|
| DESINTEGRADA             | 46       | 22.33%  |
| RUGOSA                   | 166      | 80.58%  |
| <b>TOTAL DE MUESTRAS</b> | 212      | 102.91% |

**Figura 82**

*Muestras encontradas de la eflorescencia: Textura.*



En la figura 82 se puede observar la eflorescencia encontrada, donde el 46 de las investigaciones presenta una eflorescencia de textura desintegrada y el 166 de las investigaciones presenta eflorescencia con una textura rugosa.

### **Patologías en los pacientes**

Los 52 pacientes a estudiar presentaron diferentes patologías visibles en muros y cimentaciones, las cuales se pueden deber en su mayoría a la cantidad de salitre existente en la zona, esta afecta en diferentes formas como pueden ser la aparición de grietas, fisuras, deformaciones y eflorescencias. De la recolección de estas se obtiene que en su gran mayoría

está presente en eflorescencia y las de menor cantidad en grietas, se muestra la información a continuación.

**Tabla 77**

*Patologías presentes en porcentaje*

| <b>Patologías</b> |         |             |               |
|-------------------|---------|-------------|---------------|
| Grietas           | Fisuras | Deformación | Eflorescencia |
| 40%               | 61%     | 49%         | 78%           |

Fuente. Elaboración Propia

#### **4.4.3.3.1. CÁLCULOS**

##### **4.4.3.3.1.1. Dosificación de Concreto inhibidor del salitre con la metodología ACI**

###### **237R-07**

La estimación de los pesos de la mezcla requeridos implica una secuencia de pasos. Estos pasos se ajustan a un procedimiento de dosificación que cubre una combinación de: selección de agregados para proporcionar la capacidad de paso deseada; una relación de agua-material cementoso (polvo) y fracción de mortero-pasta que históricamente se ha demostrado que produce Concreto Autocompactante CAC con el flujo de asentamiento requerido; y estabilidad. Estos pasos, en combinación con la adición de la tecnología de mezcla apropiada, deberían producir una mezcla de prueba con las propiedades de CAC frescas deseadas. (ACI 237R-07, 2007).

El desarrollo de un Concreto Autocompactante aceptable para cada aplicación comienza con mezclas de prueba (ACI 237R-07, 2007).

Para poder encontrar las propiedades buscadas en el concreto autocompactante se comenzó a realizar una serie de mezclas de prueba, variando los componentes de acuerdo a la metodología del ACI, en la siguiente tabla se muestra el resumen de las mezclas realizadas y

en los anexos la propiedad de flujo de revenimiento e índice de estabilidad visual alcanzados de cada uno.

### Procesamiento de datos

Los pasos a seguir según este método están resumidos en los siguientes:

- PASO 1: Selección del asentamiento (SLUMP TEST)
- PASO 2: Selección del tamaño máximo del agregado
- PASO 3: Estimación del agua de mezcla según tabla.
- PASO 4: Selección de la relación agua cemento según tabla.
- PASO 5: Cálculo del contenido de cemento
- PASO 6: Estimación del contenido de agregado grueso
- PASO 7: Estimación del contenido de agregado fino
- PASO 8: Ajuste por contenido de humedad de los agregados

- **Selección de la Resistencia Requerida  $f'_{cr}$**

Cuando no se conocen estadísticas de la resistencia del concreto (Factor de Seguridad). Según Norma E.060 Concreto Armado, Capítulo 3 Requisitos de la Construcción, Artículo 4.3.2 Cálculo de la Resistencia Promedio Requerida, Tabla 4.3.2b. Se pueden tomar los valores siguientes:

**Tabla 78**

*Resistencia requerida*

| $f'_c$  | $f'_{cr}$                             |
|---|---------------------------------------|
| $f'_{cr} = f'_c + 70 \text{ kg/cm}^2$<br>$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$ | $f'_{cr} = f'_c + 70 \text{ kg/cm}^2$ |
| $350 \text{ kg/cm}^2 < f'_c$  | $f'_{cr} = f'_c + 85 \text{ kg/cm}^2$ |
|   | $f'_{cr} = f'_c + 98 \text{ kg/cm}^2$ |

| Tipo de Construcción                                     | Asentamiento |        |
|--|--------------|--------|
|  | Maximo       | Minimo |
| zapatas y muros de cimentación armada                    | 3"           | 1"     |
| cimentaciones simple, cajones y sub estructuras de muros | 3"           | 1"     |
| vigas y muros armados                                    | 4"           | 1"     |
| columnas de edificios                                    | 4"           | 1"     |
| losas y pavimentos                                       | 3"           | 1"     |
| concreto ciclopeo  | 2"           | 1"     |

Fuente: NTP 399.611

Por lo tanto, la Resistencia Promedio Requerida será:  $f'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$  y Asentamiento seleccionado: 2''

- **Volumen de Agua y Contenido de Aire Atrapado por metro cúbico de Concreto**

Asentamiento = 2''

Tamaño Máximo Nominal = 3/4''

- **Selección del Volumen de Agua por metro cúbico de Concreto**

Por lo tanto, el Volumen de Agua será: 190 lt/m<sup>3</sup>

- **Volumen de Agua y Contenido de Aire Atrapado por metro cúbico de Concreto**

Por lo tanto, el Volumen de Aire será: 2.00%

- **Volumen de Agua y Contenido de Aire Atrapado por metro cúbico de Concreto, Por lo tanto, el Volumen de Aire será: 1.50%**

Diseño por Resistencia  $f'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$

- **Por lo tanto, el Volumen de Aire será: 1.50%**

Agua/Cemento = 0.56

- **Cálculo del contenido de Cemento**

Cantidad de Cemento = 341.113 kg/m<sup>3</sup>

Factor Cemento = 8.03 bolsas/m<sup>3</sup>

Volumen Absoluto de los Agregados = 0.725 m<sup>3</sup>

- **Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Agregados Grueso y Fino**

Volumen Absoluto de los Agregados = 0.725 m<sup>3</sup>

- **Cálculo del Volumen Absoluto del Agregado Grueso (Método: ACI 211)**

Tamaño Máximo Nominal = 1"

Módulo de Fineza del Agregado Fino = 5.99

Factor de Agregado Grueso (b/bo) = 0.428

Módulo de Fineza del Agregado Fino = 5.99

Peso Unitario Varillado del Agregado Grueso = 1280 kg/m<sup>3</sup>

Peso del Agregado Grueso = 698 kg

Tamaño Máximo Nominal = 1/2"

Peso Específico Aparente del Agregado Grueso = 2.42 gr/cm<sup>3</sup>

Volumen Absoluto del Agregado Grueso = 0.2880 m<sup>3</sup>

- **Cálculo del Volumen Absoluto del Agregado Grueso (Método: ACI 211)**

Peso Específico del Agregado Grueso = 2.42 gr/cm<sup>3</sup>

Peso Específico del Agregado Fino = 2.69 gr/cm<sup>3</sup>

Peso Seco del Agregado Grueso = 697.7 gr/cm<sup>3</sup>

Peso Seco del Agregado Fino 1 = 370.5 kg/m<sup>3</sup>

Peso Seco del Agregado Fino 2 = 377.2 kg/m<sup>3</sup>

### Tabla 79

*Cálculo del volumen absoluto de la pasta por metro cúbico*

| MATERIAL             | PE (kg/m <sup>3</sup> ) |
|----------------------|-------------------------|
| cemento              | 368.043                 |
| agua de diseno       | 205                     |
| agregado fino seco   | 591.064                 |
| agregado grueso seco | 1155.768                |

- **Corrección de los Agregados por Humedad**

Cemento = 367.120 kg/m<sup>3</sup>

Agua de diseño = 175.31 lt/m<sup>3</sup>

Peso Seco del Agregado Fino 2 = 591.83 kg/m<sup>3</sup>

Agregado grueso seco = 1155.76 kg/m<sup>3</sup>

- **Redondeado**

Cemento = 367 kg/m<sup>3</sup>

Agua de diseño = 175 lt/m<sup>3</sup>

Peso Seco del Agregado Fino 2 = 592 kg/m<sup>3</sup>

Agregado grueso seco = 1156 kg/m<sup>3</sup>

- **Cantidad de Material para Doce Probetas Cilíndricas.**

**Tabla 80**

*Cálculo del volumen absoluto de la pasta por metro cúbico*

|                      |       |    |
|----------------------|-------|----|
| cemento              | 23.36 | kg |
| agua de diseno       | 11.15 | lt |
| agregado fino seco   | 37.65 | kg |
| agregado grueso seco | 73.53 | kg |

- **Cantidad de Material adicionando el 5% de Desperdicio.**

**Tabla 81**

*Cálculo del volumen absoluto de la pasta por metro cúbico*

|                      |       |    |
|----------------------|-------|----|
| cemento              | 24.52 | kg |
| agua de diseno       | 11.71 | lt |
| agregado fino seco   | 39.53 | kg |
| agregado grueso seco | 77.20 | kg |

- **Diseño De Mezcla Para Concreto f'c=295 kg/cm<sup>2</sup>.**

**Tabla 82***Diseño de mezcla*

| <b>1.-Condiciones de Diseño</b>                         |             |  |                         |
|---|-------------|--|-------------------------|
| <b>1.1.- Uso de Aditivos</b>                            |             |  |                         |
| Plastificante:  | No          | Incorporador de Aire:                                | No                      |
| <b>1.2.- Tipo de Diseño, Resistencia y Asentamiento</b> |             |  |                         |
| Diseño por:   | Resistencia | f'c =  | 295 kg/cm <sup>2</sup>  |
|   |             | Slump =  | 2"                      |
| <b>2.-Características de los Materiales</b>             |             |  |                         |
| <b>2.1.- Cemento</b>                                    |             |  |                         |
| Marca:  | Yura        | Peso Específico:                                     | 2.82 gr/cm <sup>3</sup> |
| Tipo:   | IP          | Peso Volumétrico                                     | 1500 kg/m <sup>3</sup>  |
| <b>2.2.- Agua</b>                                       |             |  |                         |
| Agua potable de la red pública                          |             |  |                         |
| <b>2.3.- Agregado Grueso</b>                            |             |  |                         |
| Tipo de Agregado: Anguloso                              |             | Peso Unitario Varillado: 1403.03 kg/m <sup>3</sup>   |                         |
| Contenido de Humedad: 3.25 %                            |             | Peso Volumétrico :6.58%                              |                         |
| Porcentaje de Finos: 0.04%                              |             | Peso Unitario Compactado: 3688.35 kg/m <sup>3</sup>  |                         |
| Tamaño Máximo Absoluto: 1 1/2"                          |             | Porcentaje de Absorción: 1.60 %                      |                         |
| Tamaño Máximo Nominal: 1"                               |             | Peso Unitario Suelto: 1403.03 kg/m <sup>3</sup>      |                         |
| Módulo de Fineza: 6.6                                   |             |  |                         |
| <b>2.3.- Agregado Fino</b>                              |             |  |                         |
| Tipo de Agregado: Arena Media                           |             | Peso Específico Aparente SSS: 2.30gr/cm <sup>3</sup> |                         |
| Contenido de Humedad: 5.19 %                            |             | Porcentaje de Absorción: 2.16%                       |                         |
| Porcentaje de Finos: 1.87%                              |             | Porcentaje de Vacíos Suelto: 57.8%                   |                         |
| Módulo de Fineza: 5.99                                  |             |  |                         |

- **Peso por tanda de un saco de cemento.**

**Tabla 83***Cálculo por bolsa de cemento*

|                        |        |          |
|------------------------|--------|----------|
| cemento                | 1x42.5 | kg/bolsa |
| agua de diseno         | 20.39  | lt/bolsa |
| agregado fino humedo   | 68.5   | kg/bolsa |
| agregado grueso huemdo | 133.8  | kg/bolsa |

#### 4.4.3.2. Procedimiento Para la elaboración de briquetas de 15 X 30 CM.

Para la elaboración de las briquetas se utilizó agregado fino procedente de la cantera de Vicho y agregado grueso procedente de la cantera de Cunyac, con concreto TIPO IP. Se realizaron las pruebas a los agregados en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

#### Figura 83

*Laboratorio de suelos UNSAAC*



Para la elaboración de briquetas de concreto, se hicieron los siguientes pasos:

##### a) Selección del material a usar

Se utilizó agregado fino de la cantera de Vicho y agregado grueso de la cantera de Cunyac.

**Figura 84**

*Pesado del agregado fino y grueso*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 85**

*Pesado del agua según peso del diseño*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 86**

*Se colocó el molde sobre una superficie horizontal, rígida, nivelada y libre de vibraciones*



Fuente. Elaboración propia

**b) Dosificación de Materiales****Figura 87**

*En una mezcladora se juntaron los agregados*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 88**

*Se agregó agua y cemento de acuerdo al diseño*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 89**

*Para una mitad se utilizó el diseño de concreto sin aditivo inhibidor*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 90**

*Para la mitad de las muestras se añadió el aditivo inhibidor en la mezcla de concreto*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 91**

*Se tomó una muestra representativa de acuerdo a la norma ASTM C172 con aditivo y sin aditivo*



Fuente. Elaboración propia

**c) Vaciado de concreto**

**Figura 92**

*De esta mezcla se hizo la prueba del slump*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 93**

*Se obtuvo un resultado cercano a las 4 pulgadas de asentamiento*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 94**

*Se colocó el hormigón en el interior del molde, moviendo el cucharón alrededor del borde del molde para asegurar la distribución del concreto.*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 95**

*Se llenó el molde en tres capas de igual volumen y en la última capa se agregó lo suficiente para que quede lleno después de la compactación*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 96**

*Después de compactar cada capa con 25 golpes, se golpeó ligeramente para liberar burbujas de aire que pueden quedar atrapadas.*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 97**

*Se enrazó el exceso de concreto con la varilla de compactación.*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 98**

*Se identificó los especímenes con la información correcta*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 99**

*Se tomó las medias necesarias de la muestra para su posterior uso*



Fuente. Elaboración propia

#### d) Curado de concreto

**Figura 100**

*Curado de Adoquines de Concreto Una vez producidos los adoquines de concreto estos son llevados a la poza de agua para proceder al curado.*



#### Control de Calidad para las briquetas, según la NTP 399.611

**Tabla 84**

*Resistencia a la compresión*

| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa(kg/cm<sup>2</sup>)</b> |                        |                   |
|---|------------------------|-------------------|
| TIPO  | Promedio de 3 Unidades | Unidad Individual |
| II  | 37(380)                | 33(340)           |

Fuente. Elaboración propia

#### e) Resistencia a la compresión de los cilindros de concreto a los 7 días

**Figura 101**

*Preparado de mezcla de yeso para colocar a las briquetas a ensayar a los 7 días.*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 102**

*Preparación de briquetas para su posterior rotura*



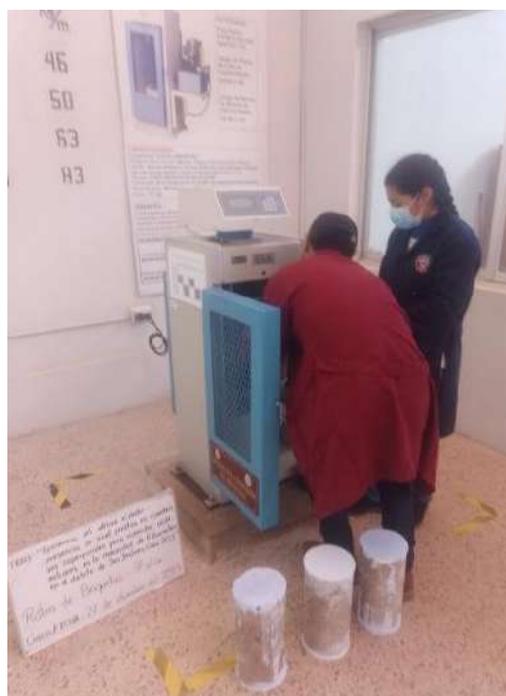
Fuente. Elaboración propia

**Figura 103**

*Calibración del instrumento*

**Figura 104**

*Se verifica la superficie de contacto adecuada*



**Figura 105**

*Se coloca la muestra con cuidado para comenzar con la prueba*

**Figura 106**

*Se toman datos para su posterior análisis*



Fuente. Elaboración propia

**Figura 107***Rotura de muestras***Resistencia a la compresión de cilindros de concreto a los 7 días**

Los datos que se obtuvieron en el presente ensayo representan la carga máxima alcanzada en los cilindros de concreto que se ensayaron a los 7 días después de su fabricación, los cuales pasaron por un proceso de curado sumergidos en agua.

**Tabla 85***Carga máxima alcanzada a los 7 días*

| Nº | COD.   | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ENSAYO | Carga Máxima(kg) |
|----|--------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1  | 1-SAO7 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 26060            |
| 2  | 2-SAO7 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 27900            |
| 3  | 3-SAO7 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 28650            |
| 4  | 4-SAO7 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 27200            |
| 5  | 5-CA07 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 16560            |
| 6  | 6-CA07 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 17800            |
| 7  | 7-CA07 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 17300            |
| 8  | 8-CA07 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 15370            |

Fuente. Elaboración Propia

### F'c del concreto sin aditivo para un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup> con curado a los 7 días

Para analizar el f'c del concreto sin aditivo diseñado para un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días se tomaron datos de las medidas de los cilindros de concreto a ensayar y su peso respectivo, con ello y el área efectiva de ensayo se hallará el f'c para esta cantidad de días.

**Tabla 86**

*Resistencia f'c a los 7 días sin aditivo*

| N° | COD.   | EDAD<br>(días) | ANCHO(mm) | ALTURA(mm) | Área<br>(cm <sup>2</sup> ) | MASA(g) | Resistencia<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) |          |
|----|--------|----------------|-----------|------------|----------------------------|---------|---------------------------------------|----------|
|    |        |                |           |            |                            |         | Esperada                              | Obtenida |
| 1  | 1-SAO7 | 7              | 150       | 300        | 176.71                     | 12.5    | 210                                   | 147.473  |
| 2  | 2-SAO7 | 7              | 150       | 300        | 176.71                     | 12      | 210                                   | 157.886  |
| 3  | 3-SAO7 | 7              | 150       | 300        | 176.71                     | 12.1    | 210                                   | 162.130  |
| 4  | 4-SAO7 | 7              | 150       | 300        | 176.71                     | 12.3    | 210                                   | 153.925  |

Fuente. Elaboración Propia

### F'c del concreto con aditivo para un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup> con curado a los 7 días

Para analizar el f'c del concreto con aditivo diseñado para un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días se tomaron datos de las medidas de los cilindros de concreto a ensayar y su peso respectivo, con ello y el área efectiva de ensayo se hallará el f'c para esta cantidad de días.

**Tabla 87**

*Resistencia f'c a los 7 días con aditivo*

| N° | COD.   | EDAD<br>(días) | ANCHO(mm) | ALTURA(mm) | Área<br>(cm <sup>2</sup> ) | MASA(g) | Resistencia<br>(kgf/cm <sup>2</sup> ) |          |
|----|--------|----------------|-----------|------------|----------------------------|---------|---------------------------------------|----------|
|    |        |                |           |            |                            |         | Esperada                              | Obtenida |
| 5  | 5-CA07 | 7              | 150       | 300        | 176.71                     | 11.95   | 210                                   | 93.713   |
| 6  | 6-CA07 | 7              | 150       | 300        | 176.71                     | 11.83   | 210                                   | 100.730  |
| 7  | 7-CA07 | 7              | 150       | 300        | 176.71                     | 12.6    | 210                                   | 97.901   |
| 8  | 8-CA07 | 7              | 150       | 300        | 176.71                     | 11.9    | 210                                   | 86.979   |

## RESUMEN

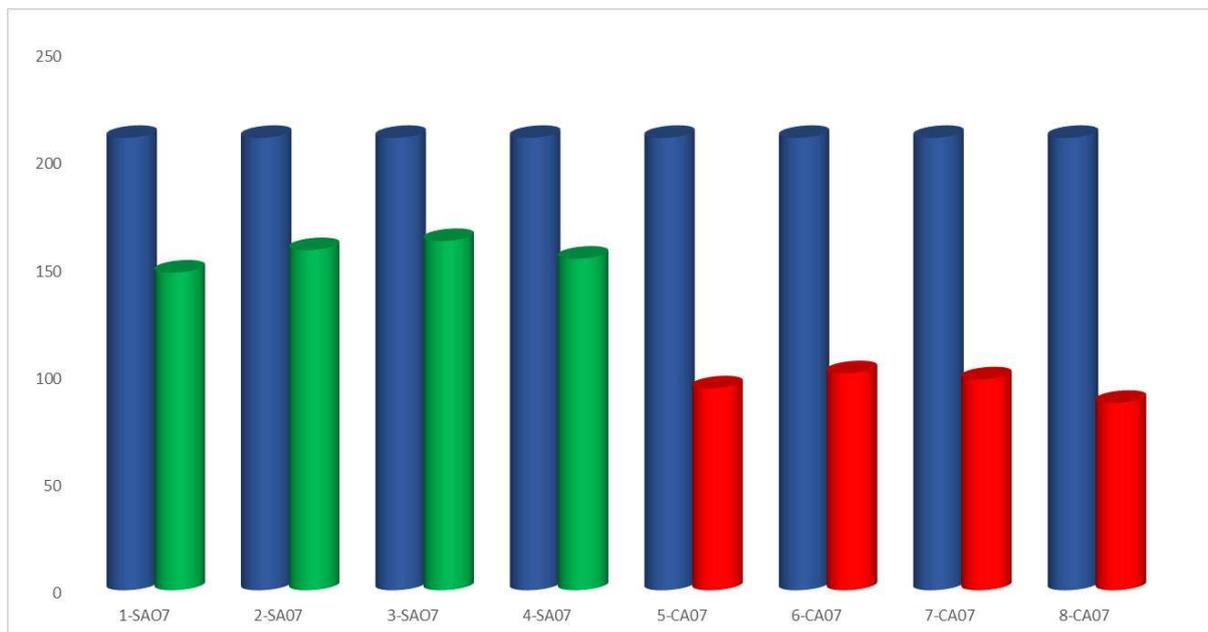
**Tabla 88**

*F'c esperada vs f'c de diseño a los 7 días*

| BRIQUETA      | f'c esperada | f'c obtenida |
|---------------|--------------|--------------|
| <b>1-SA07</b> | 210          | 147.473      |
| <b>2-SA07</b> | 210          | 157.886      |
| <b>3-SA07</b> | 210          | 162.130      |
| <b>4-SA07</b> | 210          | 153.925      |
| <b>5-CA07</b> | 210          | 93.713       |
| <b>6-CA07</b> | 210          | 100.730      |
| <b>7-CA07</b> | 210          | 97.901       |
| <b>8-CA07</b> | 210          | 86.979       |

**Figura 108**

*Gráfica %f'c esperada vs %f'c de diseño*



**ANÁLISIS:** La rotura de los cilindros de concreto a los 7 días se realiza para fines de control de calidad, así como para poder estimar la resistencia del concreto a lo largo del tiempo y que

este cumpla con la resistencia especificada en el diseño, estos tuvieron como promedio para el concreto sin aditivo 269.8 kgf/cm<sup>2</sup>. Que es un valor aceptable para los 7 días.

Para el concreto con aditivo se obtuvo 163.35 kgf/cm<sup>2</sup> como promedio, que es un valor menor a comparación del modelo patrón.

**a) Resistencia a la compresión de los cilindros de concreto a los 21 días**

Como parte de los ensayos de laboratorio, se realiza la prueba de resistencia a la compresión de cilindros de concreto (briquetas), para su posterior verificación en el diseño.

**Figura 109**

*Configuración de la máquina de compresión*



*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 110**

*Se toman las medidas de las briquetas*

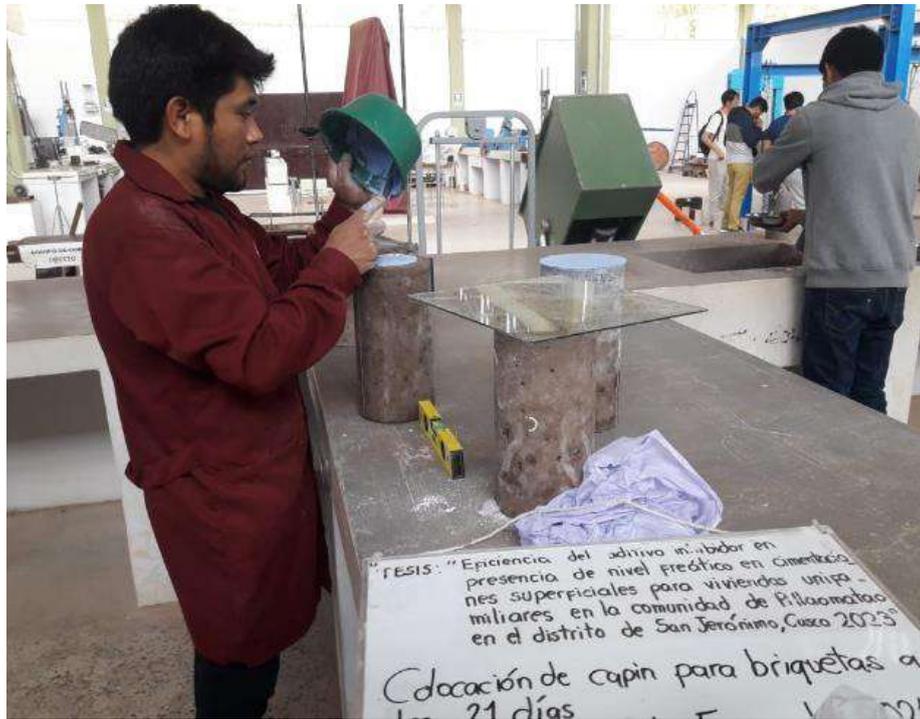
**Figura 111**

*Se pesan las briquetas*



**Figura 112**

*Se coloca capín para tener una superficie uniforme*

**Figura 113**

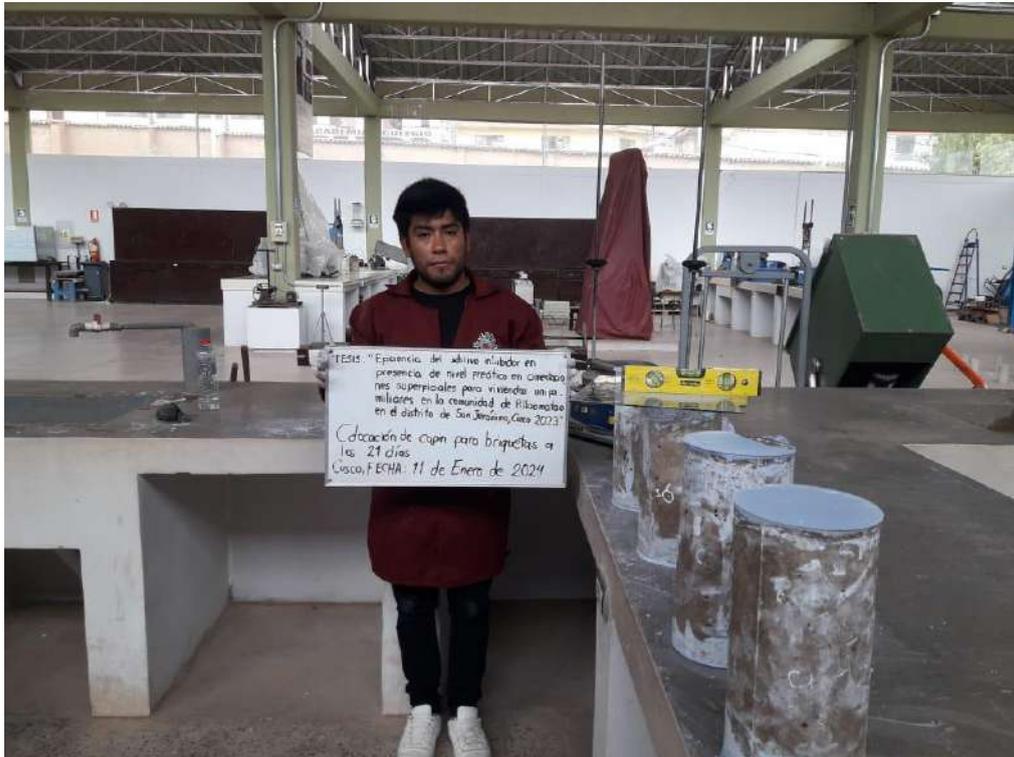
*Se preparan las briquetas y se toman datos de las briquetas a usar*



*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 114**

*Muestras para prueba de resistencia a la compresión*

**Figura 115**

*Se preparan la máquina con las unidades y velocidad adecuada*



**Figura 116**

*Se limpia y acomoda la máquina y materiales necesarios*

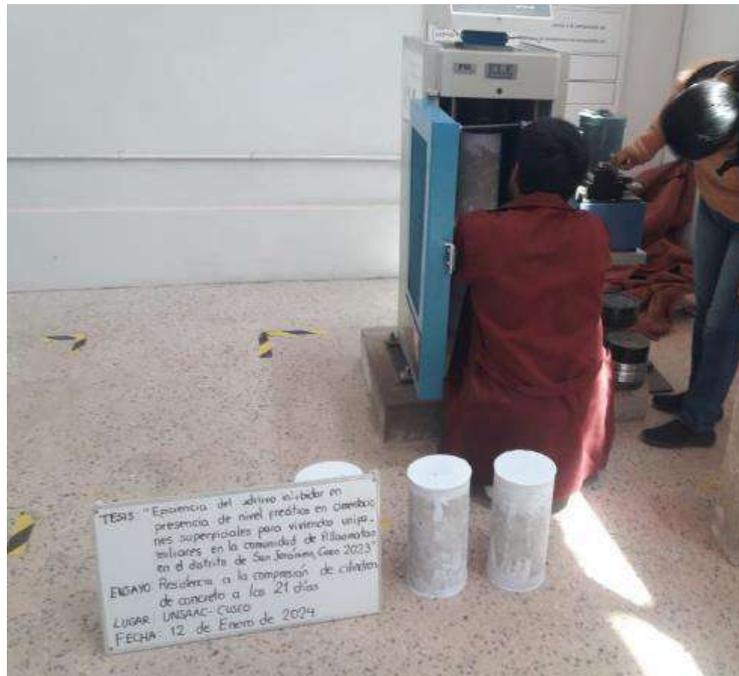
**Figura 117**

*Se coloca una superficie de apoyo para las briquetas*



**Figura 118**

*Se coloca la muestra para medir la resistencia que ofrece*

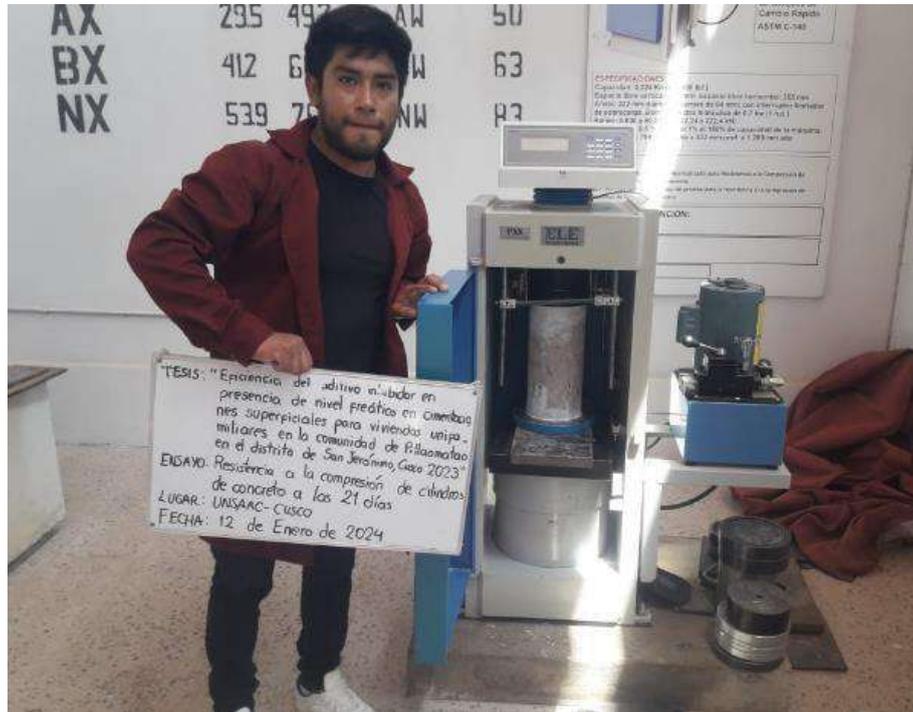
**Figura 119**

*Una vez alcanzado la carga máxima se toman datos*

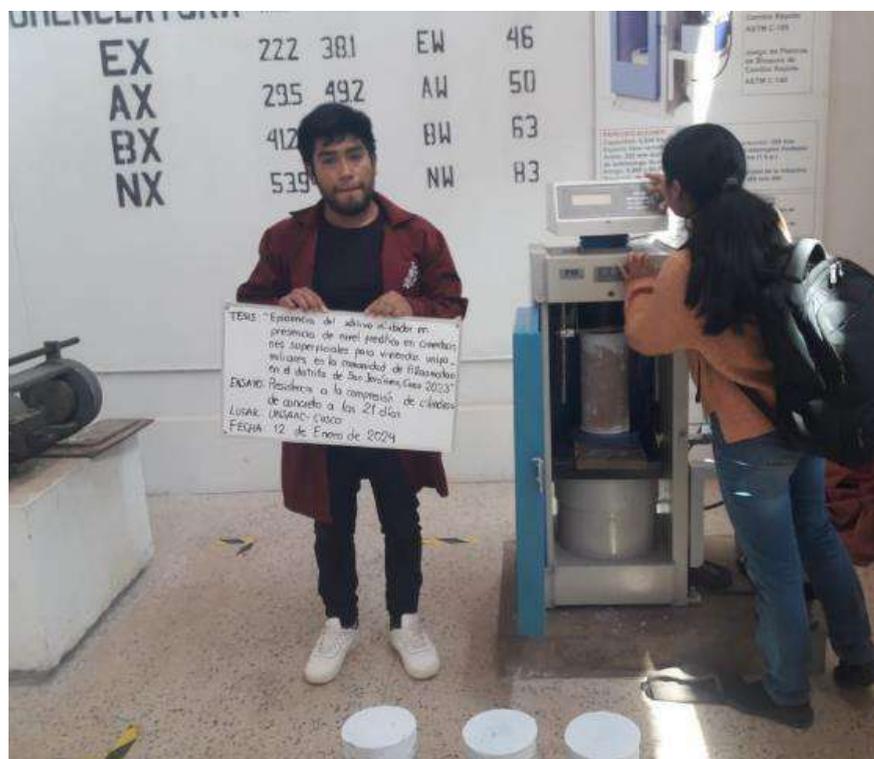


**Figura 120**

*Se hace lo mismo con las briquetas con aditivo inhibidor*

**Figura 121**

*Comprobación y anotación de resultados obtenidos*



**Figura 122**

*Se transportan las briquetas para su posterior reciclaje*

**Figura 123**

*Briquetas luego del ensayo*



*Fuente. Elaboración propia*

### Resistencia a la compresión de cilindros de concreto a los 21 días

Los datos que se obtuvieron en el presente ensayo representan la carga máxima alcanzada en los cilindros de concreto que se ensayaron a los 21 días después de su fabricación, los cuales pasaron por un proceso de curado sumergidos en agua.

**Tabla 89**

*Carga máxima alcanzada a los 21 días*

| Nº | COD.    | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ENSAYO | Carga Máxima(kg) |
|----|---------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1  | 9-SA21  | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 34810            |
| 2  | 10-SA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 35840            |
| 3  | 11-SA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 34520            |
| 4  | 12-SA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 34710            |
| 5  | 13-CA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 24960            |
| 6  | 14-CA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 25200            |
| 7  | 15-CA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 24830            |
| 8  | 16-CA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 24080            |

### F'c del concreto sin aditivo para un f'c de 210 kg/cm2 con curado a los 21 días

Para analizar el f'c del concreto sin aditivo diseñado para un f'c de 210 kg/cm2 a los 21 días se tomaron datos de las medidas de los cilindros de concreto a ensayar y su peso respectivo, con ello y el área efectiva de ensayo se hallará el f'c para esta cantidad de días.

**Tabla 90**

*Resistencia f'c a los 21 días sin aditivo*

| Nº | COD.    | EDAD (días) | ANCHO(mm) | ALTURA(mm) | Área (cm2) | MASA(g) | Resistencia (kgf/cm2) |             |
|----|---------|-------------|-----------|------------|------------|---------|-----------------------|-------------|
|    |         |             |           |            |            |         | Esperada              | Obtenida    |
| 1  | 9-SA21  | 21          | 150       | 300        | 176.71     | 12.5    | 210                   | 196.9894177 |
| 2  | 10-SA21 | 21          | 150       | 300        | 176.71     | 12      | 210                   | 202.8181767 |
| 3  | 11-SA21 | 21          | 150       | 300        | 176.71     | 12.3    | 210                   | 195.3483108 |
| 4  | 12-SA21 | 21          | 150       | 300        | 176.71     | 11.95   | 210                   | 196.4235188 |

*Fuente. Elaboración Propia*

### F'c del concreto con aditivo para un f'c de 210 kg/cm2 con curado a los 21 días

Para analizar el  $f'c$  del concreto con aditivo diseñado para un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 21 días se tomaron datos de las medidas de los cilindros de concreto a ensayar y su peso

**Tabla 91**

*Resistencia  $f'c$  a los 21 días con aditivo*

| N° | COD.    | EDAD<br>(días) | ANCHO(mm) | ALTURA(mm) | Área<br>(cm <sup>2</sup> ) | MASA(g) | Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> ) |             |
|----|---------|----------------|-----------|------------|----------------------------|---------|------------------------------------|-------------|
|    |         |                |           |            |                            |         | Esperada                           | Obtenida    |
| 5  | 13-CA21 | 21             | 150       | 300        | 176.71                     | 12.5    | 210                                | 141.248373  |
| 6  | 14-CA21 | 21             | 150       | 300        | 176.71                     | 12.3    | 210                                | 142.6065305 |
| 7  | 15-CA21 | 21             | 150       | 300        | 176.71                     | 12.6    | 210                                | 140.5127044 |
| 8  | 16-CA21 | 21             | 150       | 300        | 176.71                     | 11.9    | 210                                | 136.2684625 |

*Fuente. Elaboración Propia*

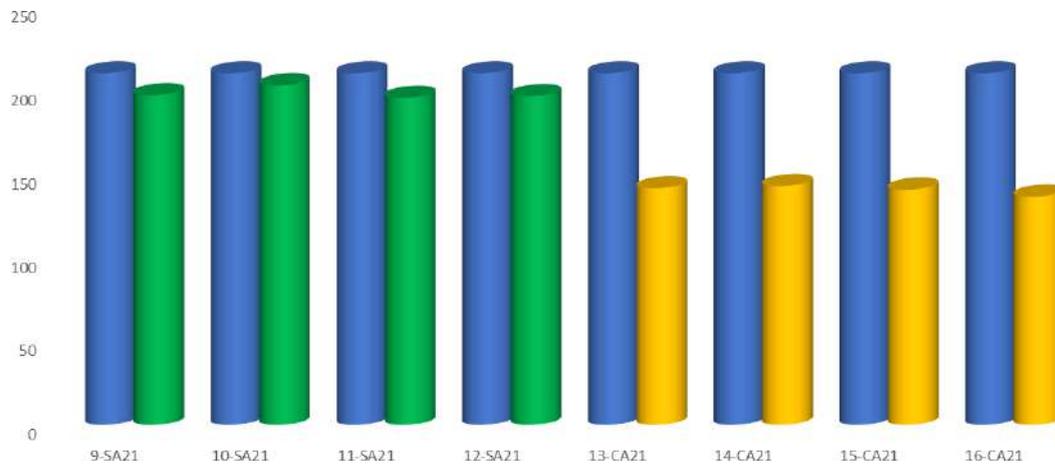
## RESUMEN

**Tabla 92**

*F'c esperada vs f'c de diseño a los 21 días*

|                | f'c esperada | f'c obtenida |
|----------------|--------------|--------------|
| <b>9-SA21</b>  | 210          | 196.9894177  |
| <b>10-SA21</b> | 210          | 202.8181767  |
| <b>11-SA21</b> | 210          | 195.3483108  |
| <b>12-SA21</b> | 210          | 196.4235188  |
| <b>13-CA21</b> | 210          | 141.248373   |
| <b>14-CA21</b> | 210          | 142.6065305  |
| <b>15-CA21</b> | 210          | 140.5127044  |
| <b>16-CA21</b> | 210          | 136.2684625  |

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 124***%f'c esperada vs %f'c de diseño***ANÁLISIS:**

La rotura de los cilindros de concreto a los 21 días se realiza con fines de control de calidad y aceptación del concreto utilizado, además de conocer la resistencia del concreto para estimarla a través del tiempo, podemos observar que para el concreto patrón se obtuvo como promedio 353.25 kgf/cm<sup>2</sup>, el cual se considera un valor aceptable para los 21 días. Y para el concreto con aditivo inhibidor se obtuvo 244.55 kg f/cm<sup>2</sup>, el cual es un valor menor al del concreto patrón para los 21 días.

## Resistencia a la compresión de los cilindros de concreto a los 28 días

**Figura 125**

*Se coloca capin para tener una superficie uniforme*



**Figura 126**

*Comprobación de materiales a usar*



**Figura 127**

*Toma de datos de muestras a ensayar*

**Figura 128**

*Configuración de la máquina de compresión*



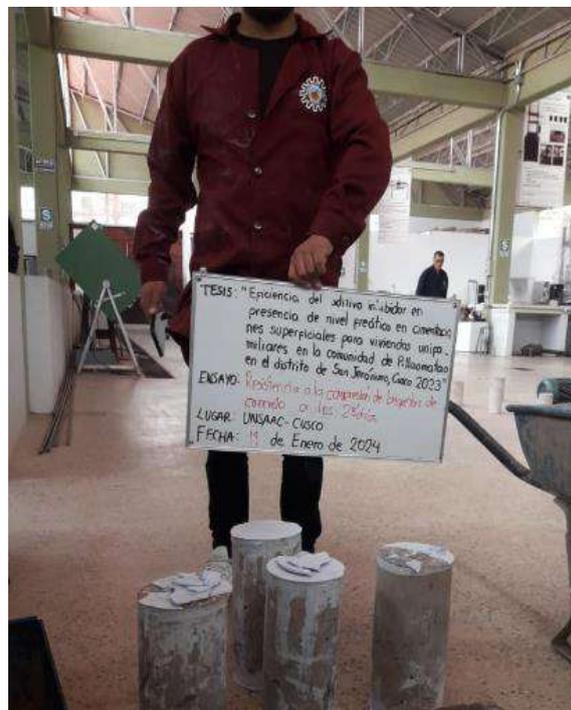
**Figura 129***Colocación de la muestra***Figura 130***Prueba de resistencia a la compresión*

**Figura 131**

*Toma de datos de briqueta sin aditivo ensayada y tipo de falla*

**Figura 132**

*Una vez alcanzado la carga máxima se toman datos*



*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 133**

*Resistencia a la compresión de muestras con aditivo*

**Figura 134**

*Comprobación y anotación de resultados obtenidos*



**Figura 135**

*Se transportan las briquetas para su posterior reciclaje*



### **Resistencia a la compresión de cilindros de concreto a los 28 días**

Los datos que se obtuvieron en el presente ensayo representan la carga máxima alcanzada en los cilindros de concreto que se ensayaron a los 28 días después de su fabricación, los cuales pasaron por un proceso de curado sumergidos en agua.

**Tabla 93**

*Carga máxima alcanzada a los 28 días*

| Nº | COD.    | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ENSAYO | Carga Máxima(kg) |
|----|---------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1  | 17-SA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 38520            |
| 2  | 18-SA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 38350            |
| 3  | 19-SA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 38560            |
| 4  | 20-SA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 38420            |
| 5  | 21-CA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 27300            |
| 6  | 22-CA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 22370            |
| 7  | 23-CA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 24560            |
| 8  | 24-CA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 23590            |

Fuente. Elaboración Propia

**F'c del concreto sin aditivo para un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup> con curado a los 28 días**

Para analizar el  $f'c$  del concreto sin aditivo diseñado para un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días se tomaron datos de las medidas de los cilindros de concreto a ensayar y su peso respectivo, con ello y el área efectiva de ensayo se hallará el  $f'c$  para esta cantidad de días.

**Tabla 94**

*Resistencia  $f'c$  a los 28 días sin aditivo*

| N° | COD.    | EDAD<br>(días) | ANCHO(mm) | ALTURA(mm) | Área<br>(cm <sup>2</sup> ) | MASA(g) | Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> ) |             |
|----|---------|----------------|-----------|------------|----------------------------|---------|------------------------------------|-------------|
|    |         |                |           |            |                            |         | Esperada                           | Obtenida    |
| 1  | 17-SA28 | 28             | 150       | 300        | 176.71                     | 12.5    | 210                                | 217.984268  |
| 2  | 18-SA28 | 28             | 150       | 300        | 176.71                     | 12      | 210                                | 217.0222398 |
| 3  | 19-SA28 | 28             | 150       | 300        | 176.71                     | 12.3    | 210                                | 218.2106276 |
| 4  | 20-SA28 | 28             | 150       | 300        | 176.71                     | 11.95   | 210                                | 217.4183691 |

Fuente. Elaboración Propia

#### **F'c del concreto con aditivo para un $f'c$ de 210 kg/cm<sup>2</sup> con curado a los 28 días**

Para analizar el  $f'c$  del concreto con aditivo diseñado para un  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días se tomaron datos de las medidas de los cilindros de concreto a ensayar y su peso respectivo, con ello y el área efectiva de ensayo se hallará el  $f'c$  para esta cantidad de días.

**Tabla 95**

*Resistencia  $f'c$  a los 28 días con aditivo*

| N° | COD.    | EDAD<br>(días) | ANCHO(mm) | ALTURA(mm) | Área<br>(cm <sup>2</sup> ) | MASA(g) | Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> ) |             |
|----|---------|----------------|-----------|------------|----------------------------|---------|------------------------------------|-------------|
|    |         |                |           |            |                            |         | Esperada                           | Obtenida    |
| 5  | 21-CA28 | 28             | 150       | 300        | 176.71                     | 12.5    | 210                                | 154.490408  |
| 6  | 22-CA28 | 28             | 150       | 300        | 176.71                     | 12.3    | 210                                | 126.5915907 |
| 7  | 23-CA28 | 28             | 150       | 300        | 176.71                     | 12.6    | 210                                | 138.9847773 |
| 8  | 24-CA28 | 28             | 150       | 300        | 176.71                     | 11.9    | 210                                | 133.4955577 |

Fuente. Elaboración Propia

## RESUMEN

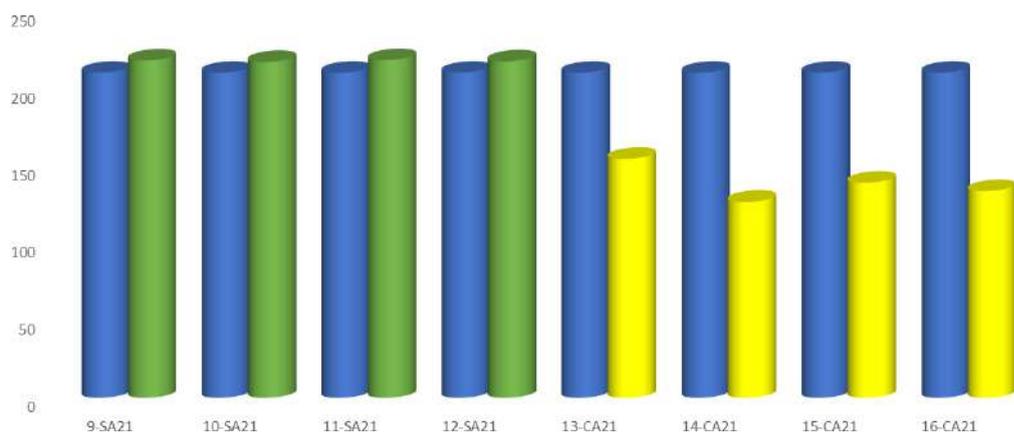
**Figura 136**

*f'c esperada vs f'c de diseño a los 28 días*

|                | f'c esperada | f'c obtenida |
|----------------|--------------|--------------|
| <b>17-SA21</b> | 210          | 217.984268   |
| <b>18-SA21</b> | 210          | 217.0222398  |
| <b>19-SA21</b> | 210          | 218.2106276  |
| <b>20-SA21</b> | 210          | 217.4183691  |
| <b>21-CA21</b> | 210          | 154.490408   |
| <b>22-CA21</b> | 210          | 126.5915907  |
| <b>23-CA21</b> | 210          | 138.9847773  |
| <b>24-CA21</b> | 210          | 133.4955577  |

**Figura 137**

*%f'c esperada vs %f'c de diseño*



## ANÁLISIS:

La prueba de ruptura de los cilindros de concreto a los 28 días se lleva a cabo con el propósito de controlar la calidad y validar el concreto utilizado. Además, proporciona información sobre la resistencia del concreto para su estimación a lo largo del tiempo. Al analizar los resultados, se observa que el concreto estándar registró un promedio de 384.25 kgf/cm<sup>2</sup>, considerado aceptable para los 28 días. En contraste, el concreto con aditivo inhibidor alcanzó los 244.55 kgf/cm<sup>2</sup>, un valor inferior al del concreto estándar a los 28 días.

## ENSAYO A FLEXIÓN A MUESTRAS DE CONCRETO A LOS 7 , 21 ,28 DÍAS

La resistencia a la flexión del concreto evalúa su capacidad para resistir la tracción y se mide sometiendo vigas o losas de concreto no reforzadas a cargas. Estas vigas tienen una sección transversal de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) y una luz mínima de tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y se determina mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio).

El Módulo de Rotura suele representar aproximadamente el 10% al 20% de la resistencia a compresión, dependiendo del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado. Sin embargo, la correlación más precisa para materiales específicos se logra a través de ensayos de laboratorio adaptados a los materiales y al diseño de la mezcla. Es importante destacar que el Módulo de Rotura determinado mediante la viga cargada en los puntos tercios tiende a ser más bajo que el determinado por la viga cargada en el punto medio, a veces hasta en un 15%.

### Viga de hormigón.

Se procedió a elaborar la viga de hormigón, la cual tiene dimensiones de 500x150x150 [mm].

Peso unitario del concreto armado = 2400 kg/m<sup>3</sup>

### Tabla 96

*Carga máxima alcanzada a los 28 días de las vigas*

| Nº | COD.   | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ENSAYO | Carga Máxima(kg) |
|----|--------|-----------------|-----------------|------------------|
| 1  | VC-SA1 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 2160             |
| 2  | VC-SA2 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 2210             |
| 3  | VC-CA1 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 3080             |
| 4  | VC-CA2 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 3120             |

Fuente. Elaboración Propia

### Determinación de la carga de peso propio de la viga

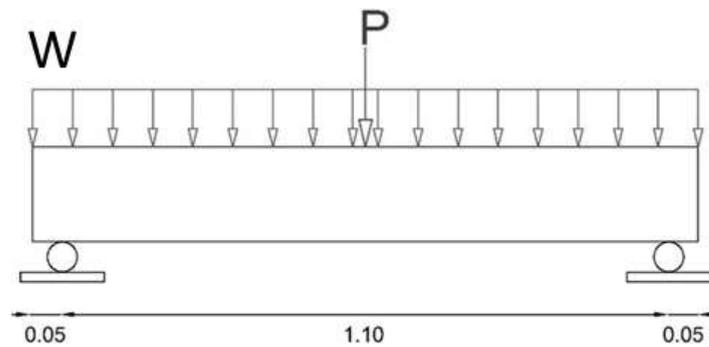
$$CM = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0.50 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} / 1000 = 0.180 \text{ tn/m}$$

$$U_d = 1.4 \times 0.180 = 0.252 \text{ tn/m}$$

$$U_d = 0.252 \text{ tn/m}$$

**Figura 138**

*Viga simplemente apoyada*

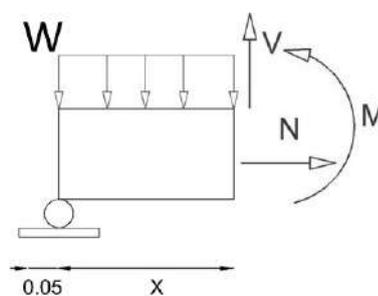


Fuente: Elaboración Propia

**Momento flector:**

**Figura 139**

*Corte de viga*



Fuente: Elaboración Propia

$$M_{(x \leq \frac{L}{2})} = \frac{P}{2}x + \frac{wL}{2}x - \frac{wx^2}{2}$$

$$M_{max} = \left(\frac{P + wL}{2}\right)\frac{L}{2} - \frac{w}{2}\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{PL}{4} + \frac{wL^2}{8}$$

### Ensayo de flexión de la viga de concreto

Luego de elaborar 3 vigas de concreto, se guardaron las muestras en un ambiente adecuado y fueron curadas adecuadamente, luego de 28 días se trasladaron a la prensa para realizar el ensayo a flexión de la viga, la cual se colocó simplemente apoyada en sus extremos, a estas vigas se le aplicó una carga puntual en el centro de la luz. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 97**

*Resultados*

| Nº | COD    | LARGO<br>(mm) | ANCHO<br>(mm) | ALTURA<br>(mm) | INERCIA I <sub>y</sub><br>(m <sup>4</sup> ) | MOMENTO<br>FLECTOR<br>(tn-m) | DEFLEXIÓN<br>(mm) | MÓDULO<br>DE<br>ROTURA<br>(tn/m <sup>2</sup> ) |
|----|--------|---------------|---------------|----------------|---|------------------------------|-------------------|--|
| 1  | VC-SA1 | 300           | 150           | 150            | 4.2188E-05                                  | 162                          | 0.0096            | 288000   |
| 2  | VC-SA2 | 300           | 150           | 150            | 4.2188E-05                                  | 165.75                       | 0.00982222        | 294666.667                                     |
| 3  | VC-CA1 | 300           | 150           | 150            | 4.2188E-05                                  | 231                          | 0.01368889        | 410666.667                                     |
| 4  | VC-CA2 | 300           | 150           | 150            | 4.2188E-05                                  | 234                          | 0.01386667        | 416000   |

Se considera el valor de la inercia para la sección de la probeta y el módulo de elasticidad del hormigón para una resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = 67500 \text{ cm}^4$$

$$E = 300000 \text{ kg/cm}^2 = 3000000000 \text{ tn/m}^2$$

La deflexión es:

$$\delta = -\frac{PL^3}{48EI}$$

El módulo de rotura es:

$$Mod = \frac{3PL^3}{2bd^2}$$

**Tabla 98**

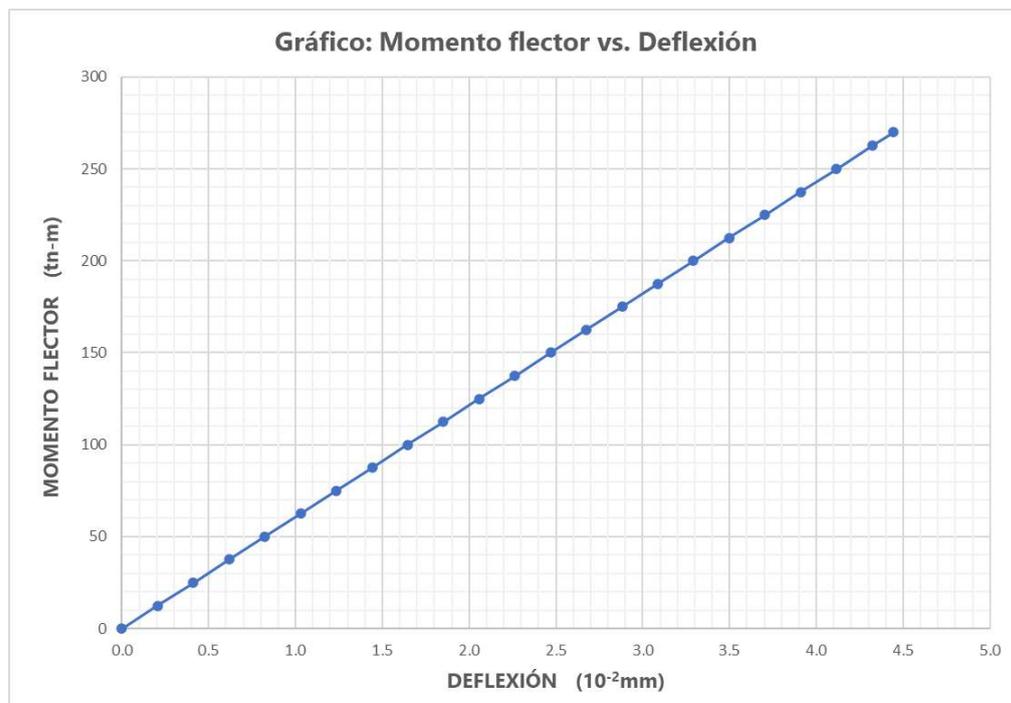
*%f<sup>c</sup> esperada vs %f<sup>c</sup> de diseño*

| INERCIA I <sub>y</sub><br>(m <sup>4</sup> ) | CARGA<br>(tn) | MOMENTO<br>FLECTOR<br>(tn-m) | DEFLEXIÓN<br>(mm) | MÓDULO DE<br>ROTURA<br>(tn/m <sup>2</sup> ) |
|---|---------------|------------------------------|-------------------|---|
| 4.21875E-05                                 | 2160          | 270.00                       | 0.04444           | 480000.0                                    |
| 4.21875E-05                                 | 2210          | 276.25                       | 0.04547           | 491111.1                                    |
| 4.21875E-05                                 | 3080          | 385.00                       | 0.06337           | 684444.4                                    |
| 4.21875E-05                                 | 3120          | 390.00                       | 0.06420           | 693333.3                                    |
| <b>PROMEDIO</b>                             | <b>2643</b>   | <b>330.31</b>                | <b>0.05437</b>    | <b>587222.2</b>                             |

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 140**

*%f<sup>c</sup> esperada vs %f<sup>c</sup> de diseño*



## 4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS.

### 4.1 RESUMEN DE LAS PROPIEDADES

**Tabla 99**

*Características del Agregado Fino*

| <b>CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS</b> |                           |
|---|---------------------------|
| <b>Agregado Fino: Cantera Vicho</b>                               |                           |
| <b>Características Físico Mecánicas</b>                           |                           |
| Contenido de Humedad Natural                                      | 5.13%                     |
| Granulometría MF  | 2.89                      |
| Peso Unitario Compactado  | 1714.88 kg/m <sup>3</sup> |
| Absorción   | 1.53%                     |
| Peso Específico   | 2300.00kg/m <sup>3</sup>  |

**Tabla 100**

*Características del Agregado Grueso*

| <b>CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS</b> |                           |
|---|---------------------------|
| <b>Agregado Grueso: Cantera Vicho</b>                             |                           |
| <b>Características Físico Mecánicas</b>                           |                           |
| Contenido de Humedad Natural                                      | 3.25%                     |
| Tamaño máximo nominal   | 3/4"                      |
| Peso Unitario Compactado  | 3688.35 kg/m <sup>3</sup> |
| Absorción   | 1.60%                     |
| Peso Unitario Suelto  | 3688.4 kg/m <sup>3</sup>  |

## 4.2 DISEÑO DE MEZCLAS

### 4.2.1 PASOS PARA EL CÁLCULO DE DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI 211

#### Cálculo de la Resistencia Promedio

Se considera la resistencia del promedio con que se diseña la mezcla, utilizando la siguiente tabla para  $f'c$ :

**Tabla 101**

*Resistencia requerida*

| $f'c$   | $f'cr$                            |
|---|-----------------------------------|
| $f'c < 210 \text{ kg/cm}^2$                             | $f'cr = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2$ |
| $210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$ | $f'cr = f'c + 85 \text{ kg/cm}^2$ |
| $350 \text{ kg/cm}^2 < f'c$                             | $f'cr = f'c + 98 \text{ kg/cm}^2$ |

Fuente. NTP 399.611

Para nuestro diseño tendremos un  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , por lo tanto, nuestro  $f'cr=295 \text{ kg/cm}^2$

#### a) Determinar el tipo de Asentamiento y Tamaño Máximo Nominal

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones de colocación requieren que la mezcla tenga una consistencia, correspondiente a un asentamiento 3" a 4".

**Tabla 102**

*Consistencia, slump, trabajabilidad y método de compactación*

| CONSISTENCIA | SLUMP   | TRABAJABILIDAD  | MÉTODO DE COMPACTACIÓN    |
|--------------|---------|-----------------|---------------------------|
| SECA         | 0" a 2" | poco trabajable | vibración normal          |
| PLÁSTICA     | 3" a 4" | trabajable      | vibración ligera chuseado |
| PLÁSTICA     | > 5"    | muy trabajable  | chuseado                  |

Fuente. ACI 211

Slump=2"

Para el tamaño máximo nominal, usamos los datos previos obtenidos de los agregados.

En la granulometría del agregado grueso corresponde a **TMN = 3/4"**

**b) Determinar el Contenido de Agua de Diseño y el Contenido de Aire Atrapado**

**CONTENIDO DE AGUA DE DISEÑO**

Se hace uso de los datos como el Tamaño Máximo Nominal y el Asentamiento el cual es de 3/4 y 4" respectivamente, para calcular el contenido de volumen de agua por m<sup>3</sup> se utiliza la siguiente tabla:

**Tabla 103**

*Volumen Unitario de Agua*

| Asentamiento | agua, en 1/m <sup>3</sup> , para los tamaños max nominales de agregados grueso y consistencia indicados |      |      |     |        |     |     |      |
|--------------|---|------|------|-----|--------|-----|-----|------|
|              | 3/8"  | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1 1/2" | 2"  | 3"  | 6"   |
| 1" a 2"      | 207   | 199  | 190  | 179 | 166    | 166 | 166 | 166  |
| 3" a 4"      | 228   | 218  | 205  | 193 | 181    | 169 | 145 | 124  |
| 6" a 7"      | 243   | 228  | 216  | 202 | 190    | 178 | 160 | .... |

Fuente. ACI

De acuerdo a la tabla podemos determinar que el volumen unitario de agua, o agua de diseño necesario para una mezcla de concreto cuyo asentamiento es de 3" a 4" en una mezcla sin aire incorporado cuyo agregado tiene un TMN de 3/4", es de 190 lt/m<sup>3</sup>

Por lo tanto, el Volumen de Agua será: **190 lt/m<sup>3</sup>**

**CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO POR METRO CÚBICO DE CONCRETO**

Para determinar la cantidad del contenido de aire, utilizaremos el tamaño máximo nominal, con la siguiente tabla:

**Tabla 104***Contenido de Aire Atrapado*

| <b>Tamaño<br/>máximo<br/>nominal</b> | <b>Aire<br/>Atrapado</b> |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 3/8"                                 | 3.00%                    |
| 1/2"                                 | 2.50%                    |
| <b>3/4"</b>                          | <b>2.00%</b>             |
| 1"                                   | 1.50%                    |
| 1 1/2"                               | 1.00%                    |
| 2"                                   | 0.50%                    |
| 3"                                   | 0.30%                    |
| 6"                                   | 0.20%                    |

Fuente. ACI

De la tabla se determina que el contenido de aire atrapado para el agregado grueso de TMN 3/4" es de 2.00%.

Por lo tanto, el Volumen de Aire será: **2.00%**

**a) Determinar la Relación Agua Cemento(A/C)**

Se determinará la relación agua/cemento de acuerdo a la resistencia de compresión del concreto que utilizaremos, utilizando la siguiente tabla:

**Tabla 105***Relación Agua/Cemento por Resistencia*

| <b>F'cr a los 28 días</b> | <b>Concreto sin aire incorporado</b> | <b>Concreto con aire incorporado</b> |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 150                       | 0,80                                 | 0,71                                 |
| 200                       | 0,70                                 | 0,61                                 |
| 250                       | 0,62                                 | 0,53                                 |
| <b>295</b>                | x                                    |                                      |
| 300                       | 0,55                                 | 0,46                                 |
| 350                       | 0,48                                 | 0,4                                  |
| 400                       | 0,43                                 | ...                                  |
| 450                       | 0,38                                 | ...                                  |

Fuente. ACI

Ya que el valor que se necesita  $f'_{cr}=295$  kgf/cm<sup>2</sup>, no se encuentra en la tabla, interpolaremos los datos para obtener la relación adecuada a/c:

300-----0.55

295 ----- X

250 ----- 0.62

$$X = 0.62 - ((250 - 295)(0.62 - 0.55) / (250 - 300))$$

|               |
|---------------|
| <b>X=0.56</b> |
|---------------|

Para una resistencia promedio correspondiente a 295 kg/cm<sup>2</sup>. Se obtiene una relación agua/cemento por resistencia de 0.56 por interpolación.

Diseño por Resistencia  $f'_{cr} = 295$  kg/cm<sup>2</sup>

### b) Calcular el Factor Cemento (F'c) y Volumen del Cemento

El factor cemento se determina mediante la relación entre agua y cemento, así como el volumen unitario del agua en la mezcla.

### SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

**Tabla 106**

*Cálculo de contenido de cemento*

| CONTENIDO DE CEMENTO  |                          |                           |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
|                       | <b>Volumen</b>           | 190                       |
|                       | <b>Unitario del agua</b> |                           |
| <b>Factor Cemento</b> | <b>Relación Agua</b>     | 0.56                      |
|                       | <b>Cemento</b>           |                           |
| <b>Factor cemento</b> | 190/0.56=341.11          | 341.11 kg/cm <sup>2</sup> |
| <b>obtenido</b>       |                          |                           |

*Fuente. Elaboración Propia*

Por lo tanto, se obtiene una **cantidad de cemento=341.11 kg/m<sup>3</sup>**.

Se utilizará **8.03 bolsas por m<sup>3</sup>**, de bolsas de 42.5 kg

Se determinó el volumen de cemento dividiendo el peso del cemento entre la densidad del cemento a utilizar, específicamente el tipo IP de Yura.

Volumen de cemento=Peso/Peso específico del cemento

$$X=341.11 \text{ kgf}/2300 \text{ kgf/m}^3$$

$$X=0.061 \text{ m}^3$$

### c) Determinar el Volumen de Agregado Grueso

Se determina el volumen absoluto del agregado grueso por el método ACI 211

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Factor Cemento}}{\text{Peso específico del cemento}} = \frac{341.11}{2.5 \times 1000} = 0.136 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{\text{Volumen Unitario del Agua}}{\text{Peso específico del agua}} = \frac{190}{1 \times 1000} = 0.190 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } 2\% = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{\text{Peso del agregado grueso seco}}{\text{Peso específico del agregado grueso}} = \frac{1155.768}{2.703 \times 1000} = 0.379 \text{ m}^3$$

$$\boxed{\Sigma \text{Volúmenes Absolutos Conocidos} = 0.747 \text{ m}^3}$$

#### d) Determinar el Volumen de Agregado Fino

Se utilizará la cantidad de volúmenes absolutos conocidos para hallar el volumen absoluto del agregado fino.

$$\text{Volumen Absoluto de Agregado Fino} = 1 - \Sigma \text{Volúmenes Absolutos Conocidos}$$

$$\text{Volumen absoluto de agregado fino} = 1 - 0.770$$

$$\text{Volumen absoluto de agregado fino} = 0.230 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso específico del agregado fino} = 2.576$$

$$\text{Peso del agregado fino en estado seco} = \text{Peso específico del agregado fino} \times \text{Volumen del agregado fino} \times 1000$$

$$\text{Peso del agregado fino en estado seco} = 2.576 \times 0.230 \times 1000$$

$$\boxed{\text{Peso del agregado fino en estado seco} = 651.93 \text{ kg/m}^3}$$

**Tabla 107***Diseño de Mezcla*

| <b>DISEÑO DE MEZCLA F'C=295 KG/CM2</b>            |                 |               |                 |               |
|---|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| <b>Proporción en Volumen por m3 de concreto</b>   |                 |               |                 |               |
|   | <b>Elemento</b> | <b>Nombre</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad</b> |
| <b>1m3 de<br/>concreto<br/>f'c=295<br/>kg/cm2</b> | Cemento         | Yura Tipo IP  | 341             | kg            |
|   | Agregado Fino   | Arena Fina    | 652             | kg            |
|   | Seco            | Vicho         |                 |               |
|   | Agregado        | Hormigón      | 1156            | kg            |
|   | Grueso Seco     |               |                 |               |
|   | Agua            | Potable       | 190             | lt            |

Fuente. Elaboración Propia.

**Tabla 108***Proporción en volumen por tanda*

| <b>Proporción en Volumen por tanda de una bolsa de cemento</b>                          |                 |               |                 |               |
|---|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| <b>Diseño por</b>   | <b>Elemento</b> | <b>Nombre</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Unidad</b> |
| <b>tanda de<br/>preparación<br/>de un saco<br/>para concreto<br/>f'c=295<br/>kg/cm2</b> | Cemento         | Yura Tipo IP  | 1x42.5          | kg            |
|   | Agregado Fino   | Arena Fina    | 81.2            | kg            |
|   | Seco            | Vicho         |                 |               |
|   | Agregado        | Hormigón      | 144.0           | kg            |
|   | Grueso Seco     |               |                 |               |
|   | Agua            | Potable       | 19.86           | lt            |

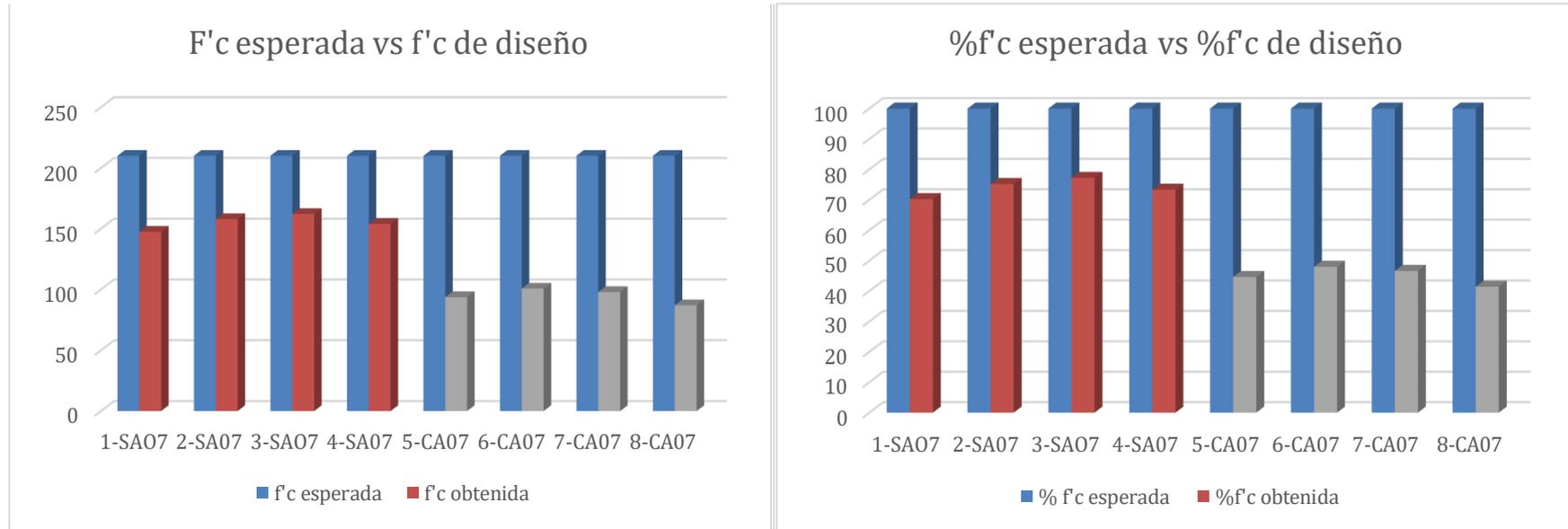
Fuente. Elaboración Propia.

**Resistencia a la compresión.****Tabla 109***Diseño de resistencia individual y promedio a los 7 días*

| <b>DISEÑO DE RESISTENCIA INDIVIDUAL Y PROMEDIO A LOS 7 DÍAS</b> |        |                 |                 |             |           |             |                         |         |                                    |          |                  |             |             |
|---|--------|-----------------|-----------------|-------------|-----------|-------------|-------------------------|---------|------------------------------------|----------|------------------|-------------|-------------|
| Nº  | COD.   | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (días) | Ancho(mm) | ALTURA (mm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | MASA(g) | Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> ) |          |                  | Promedio    |             |
|   |        |                 |                 |             |           |             |                         |         | Esperada                           | Obtenida | Carga Máxima(kg) | Resistencia | Porcentaje  |
| 1   | 1-SAO7 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 7           | 150       | 300         | 176.71                  | 12.5    | 210                                | 147.473  | 26060            |             |             |
| 2   | 2-SAO7 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 7           | 150       | 300         | 176.71                  | 12      | 210                                | 157.886  | 27900            | 155.3534039 | 73.97781137 |
| 3   | 3-SAO7 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 7           | 150       | 300         | 176.71                  | 12.1    | 210                                | 162.130  | 28650            |             |             |
| 4   | 4-SAO7 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 7           | 150       | 300         | 176.71                  | 12.3    | 210                                | 153.925  | 27200            |             |             |
| 5   | 5-CA07 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 7           | 150       | 300         | 176.71                  | 11.95   | 210                                | 93.713   | 16560            |             |             |
| 6   | 6-CA07 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 7           | 150       | 300         | 176.71                  | 11.83   | 210                                | 100.730  | 17800            | 94.83051327 | 45.15738727 |
| 7   | 7-CA07 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 7           | 150       | 300         | 176.71                  | 12.6    | 210                                | 97.901   | 17300            |             |             |
| 8   | 8-CA07 | 19/12/2023      | 27/12/2023      | 7           | 150       | 300         | 176.71                  | 11.9    | 210                                | 86.979   | 15370            |             |             |

**Figura 141**

*Resistencia inicial a la compresión a los 7 días en kg/cm<sup>2</sup> y %*



Fuente. Elaboración Propia

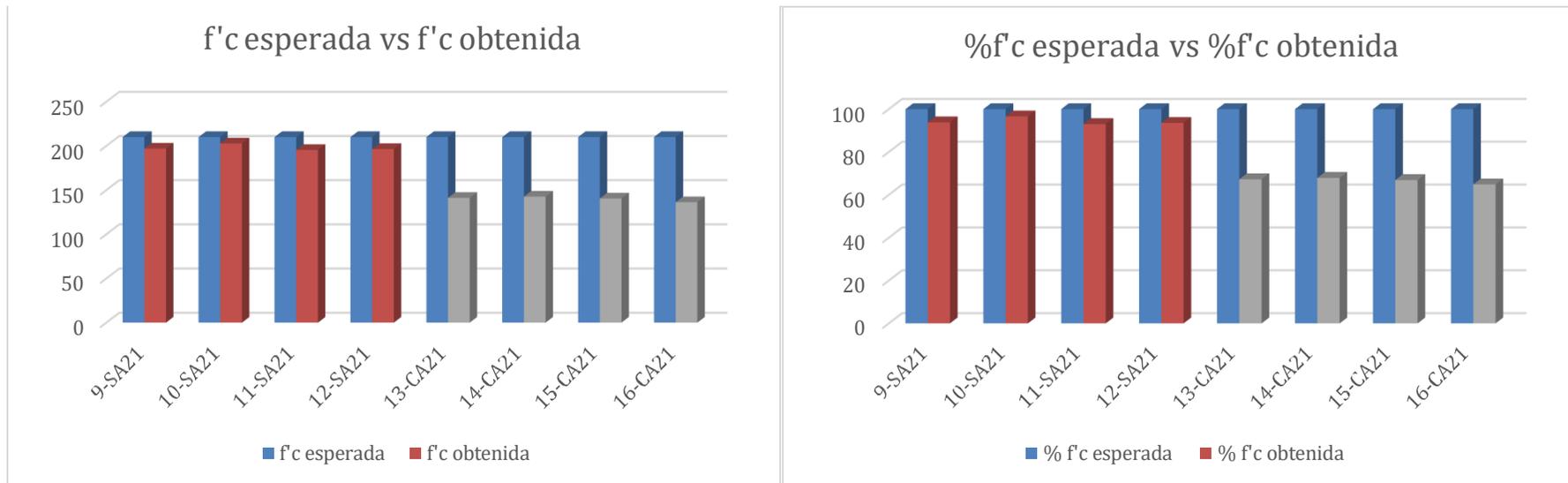
**Tabla 110***Diseño de resistencia individual y promedio a los 21 días*

| <b>DISEÑO DE RESISTENCIA INDIVIDUAL Y PROMEDIO A LOS 21 DÍAS</b> |         |                 |                 |             |           |             |                         |         |                                    |             |                  |             |            |
|--|---------|-----------------|-----------------|-------------|-----------|-------------|-------------------------|---------|------------------------------------|-------------|------------------|-------------|------------|
| Nº   | COD.    | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (días) | Ancho(mm) | ALTURA (mm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | MASA(g) | Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> ) |             | Carga Máxima(kg) | Promedio    |            |
|  |         |                 |                 |             |           |             |                         |         | Esperada                           | Obtenida    |                  | Resistencia | Porcentaje |
| 1  | 9-SA21  | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 21          | 150       | 300         | 176.71                  | 12.5    | 210                                | 196.9894177 | 34810            |             |            |
| 2  | 10-SA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 21          | 150       | 300         | 176.71                  | 12      | 210                                | 202.8181767 | 35840            | 197.895     | 94.24      |
| 3  | 11-SA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 21          | 150       | 300         | 176.71                  | 12.3    | 210                                | 195.3483108 | 34520            |             |            |
| 4  | 12-SA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 21          | 150       | 300         | 176.71                  | 11.95   | 210                                | 196.4235188 | 34710            |             |            |
| 5  | 13-CA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 21          | 150       | 300         | 176.71                  | 12.5    | 210                                | 141.248373  | 24960            |             |            |
| 6  | 14-CA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 21          | 150       | 300         | 176.71                  | 12.3    | 210                                | 142.6065305 | 25200            | 140.159     | 66.74      |
| 7  | 15-CA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 21          | 150       | 300         | 176.71                  | 12.6    | 210                                | 140.5127044 | 24830            |             |            |
| 8  | 16-CA21 | 19/12/2023      | 12/01/2024      | 21          | 150       | 300         | 176.71                  | 11.9    | 210                                | 136.2684625 | 24080            |             |            |

*Fuente. Elaboración Propia*

**Figura 142**

*Resistencia inicial a la compresión a los 21 días en kg/cm<sup>2</sup> y %*



*Fuente. Elaboración Propia*

Tabla 111

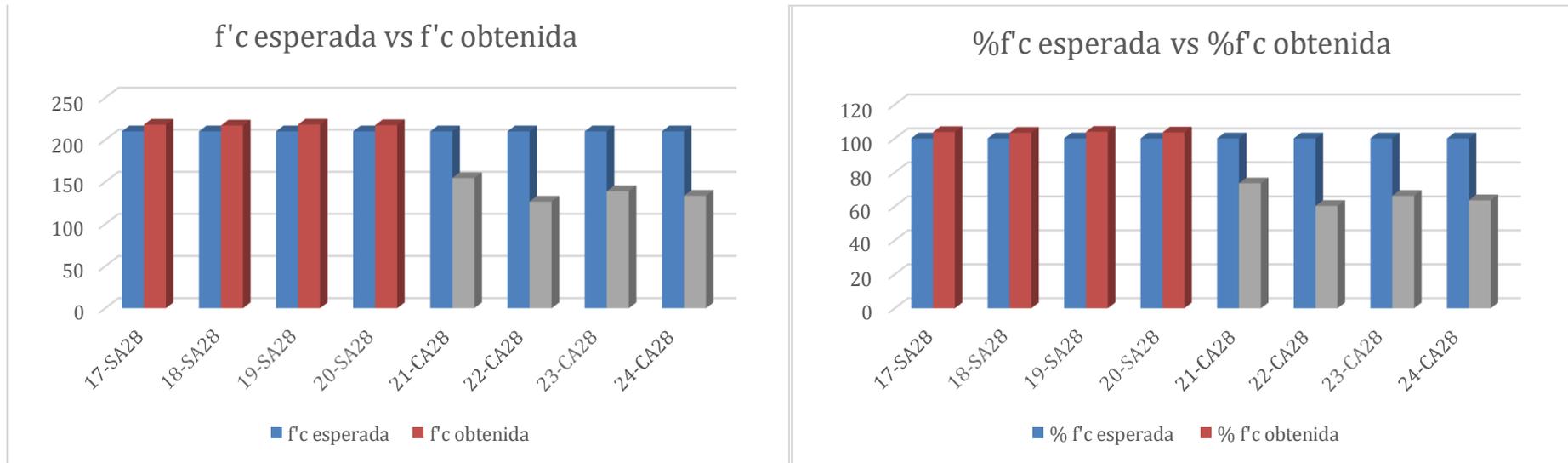
*Diseño de resistencia individual y promedio a los 28 días*

| DISEÑO DE RESISTENCIA INDIVIDUAL Y PROMEDIO A LOS 28 DÍAS |         |                 |                 |             |           |             |                         |         |                                    |             |                  |             |            |
|---|---------|-----------------|-----------------|-------------|-----------|-------------|-------------------------|---------|------------------------------------|-------------|------------------|-------------|------------|
| N°  | COD.    | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (días) | Ancho(mm) | ALTURA (mm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | MASA(g) | Resistencia (kgf/cm <sup>2</sup> ) |             | Carga Máxima(kg) | Promedio    |            |
|   |         |                 |                 |             |           |             |                         |         | Esperada                           | Obtenida    |                  | Resistencia | Porcentaje |
| 1   | 17-SA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 150       | 300         | 176.71                  | 12.5    | 210                                | 217.984268  | 38520            | 217.659     | 103.65     |
| 2   | 18-SA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 150       | 300         | 176.71                  | 12      | 210                                | 217.0222398 | 38350            |             |            |
| 3   | 19-SA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 150       | 300         | 176.71                  | 12.3    | 210                                | 218.2106276 | 38560            |             |            |
| 4   | 20-SA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 150       | 300         | 176.71                  | 11.95   | 210                                | 217.4183691 | 38420            |             |            |
| 5   | 21-CA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 150       | 300         | 176.71                  | 12.5    | 210                                | 154.490408  | 27300            | 175.391     | 65.90      |
| 6   | 22-CA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 150       | 300         | 176.71                  | 12.3    | 210                                | 126.5915907 | 22370            |             |            |
| 7   | 23-CA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 150       | 300         | 176.71                  | 12.6    | 210                                | 138.9847773 | 24560            |             |            |
| 8   | 24-CA28 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 150       | 300         | 176.71                  | 11.9    | 210                                | 133.4955577 | 23590            |             |            |

*Fuente. Elaboración Propia*

**Figura 143**

*Resistencia inicial a la compresión a los 28 días en kg/cm<sup>2</sup> y %*



*Fuente. Elaboración Propia*

### Resultados flexión de vigas de concreto

**Tabla 112**

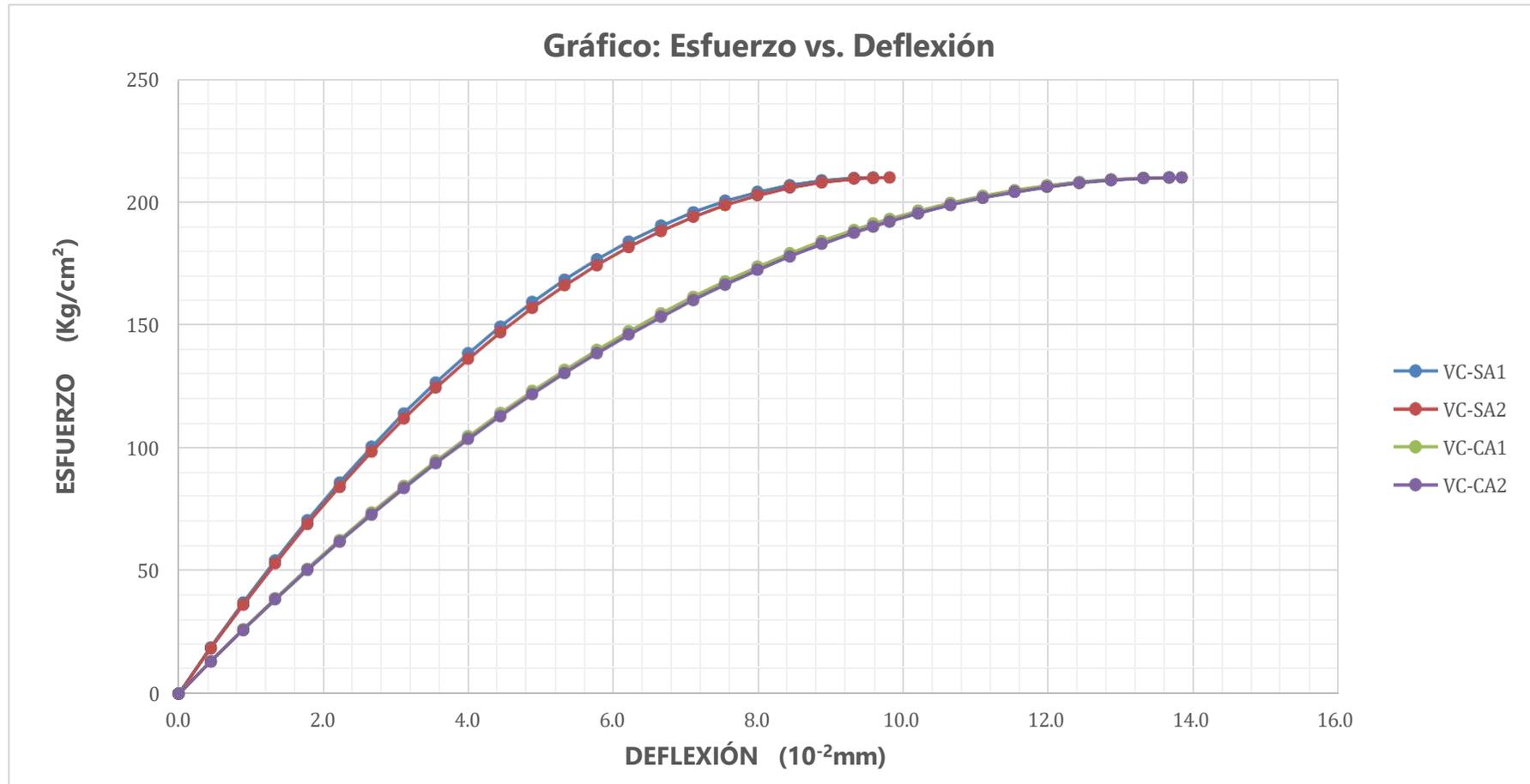
*Resultados de vigas de concreto con y sin aditivo*

| N°              | COD    | FECHA DE MOLDEO | FECHA DE ENSAYO | EDAD (días) | LARGO (mm) | ANCHO (mm) | ALTURA (mm) | INERCIA I <sub>y</sub> (m <sup>4</sup> ) | CARGA (tn)  | MOMENTO FLECTOR (tn-m) | DEFLEXIÓN (mm) | MÓDULO DE ROTURA (tn/m <sup>2</sup> ) |
|-----------------|--------|-----------------|-----------------|-------------|------------|------------|-------------|--|-------------|------------------------|----------------|---------------------------------------|
| 1               | VC-SA1 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 300        | 150        | 150         | 4.21875E-05                              | 2160        | 162.00                 | 0.00960        | 288000.0                              |
| 2               | VC-SA2 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 300        | 150        | 150         | 4.21875E-05                              | 2210        | 165.75                 | 0.00982        | 294666.7                              |
| 3               | VC-CA1 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 300        | 150        | 150         | 4.21875E-05                              | 3080        | 231.00                 | 0.01369        | 410666.7                              |
| 4               | VC-CA2 | 19/12/2023      | 19/01/2024      | 28          | 300        | 150        | 150         | 4.21875E-05                              | 3120        | 234.00                 | 0.01387        | 416000.0                              |
| <b>PROMEDIO</b> |        |                 |                 |             |            |            |             |  | <b>2643</b> | <b>198.19</b>          | <b>0.01174</b> | <b>352333.3</b>                       |

*Fuente. Elaboración Propia*

Figura 144

Gráfico esfuerzo vs deflexión



Fuente. Elaboración Propia

### **4.3 DISCUSIÓN.**

#### ***4.3.1 Contraste de resultados con referentes al Marco Teórico***

#### ***4.3.2 Interpretación de resultados encontrados en la investigación***

##### **4.3.2.1 Ensayos de campo**

El objetivo del estudio realizado en la comunidad de Pillao Matao en 2023 fue analizar los efectos de las sales presentes en el suelo en las viviendas autoconstruidas. Mientras evaluaba los ensayos de campo, encontré deficiencias en las construcciones las viviendas y el alto daño de los muros por el salitre. Los resultados mostraron que la presencia de salitre provocaba predominantemente la eflorescencia, desprendimiento severo de acabados y daños estructurales en un 63,11% eflorescencia de color blanquecino y 36,89% eflorescencia de color marrón, mientras que la humedad por capilaridad también ejercía una influencia significativa, causando desintegración en un nivel severo del 65.05% .Además, se observó que la humedad por la lluvia tenía un impacto leve en los daños, con un 14.08% relacionado con fisuras y grietas en las estructuras. En resumen, los resultados indican que los principales problemas en las viviendas autoconstruidas de Pillao Matao son el desprendimiento y desintegración de acabados debido a la agresividad de las sales y la humedad, mientras que el tipo de suelo contribuye de manera menos significativa a los daños.

De acuerdo a las interpretaciones, muchos habitantes de la zona descuidan el mantenimiento adecuado de sus hogares o lo realizan de manera deficiente debido a la falta de conocimiento sobre los productos que pueden solucionar los efectos del salitre, como se menciona en los productos que abordan esta problemática:

Los resultados de la evaluación sobre cómo los diferentes tipos de suelos afectan a las viviendas autoconstruidas se presentan en las Tabla N° 66 y en la figura N°71. En estos datos se observan los daños sufridos por las viviendas autoconstruidas. Los la eflorescencia del salitre

tiene una incidencia severa en la zona, con un 63,11% de daños en estructuras debido a que estas sales en contacto con el acero lo corroen. Se evidencia que el nivel freático tiene una influencia severa en los daños ocurridos en las viviendas.

El estudio sobre cómo los diferentes tipos de humedad, la humedad por capilaridad afecta a las viviendas autoconstruidas detalla, en la tabla N° 66 y el figura N°71, los daños observados en estas viviendas según los distintos tipos de humedad presentes. Se puede observar que la humedad por capilaridad tiene un impacto severo en el 65.05% de los casos, ocasionando daños en las estructuras debido a la desintegración y desprendimiento de acabados. Además, se encontró que los diversos tipos de humedad influyeron significativamente en los daños observados en las viviendas.

#### **4.3.2.2 ¿Por qué la en nuestro concreto inhibidor su resistencia a compresión es inferior a la comparación del concreto estándar normal?**

La respuesta la encontramos en la norma ACI 308 que nos habla del curado que es un proceso mediante el cual el cemento del concreto madura hidráulicamente y desarrolla sus propiedades de endurecimiento

Este proceso de hidratación es necesario para que tenga una buena resistencia a la compresión, pero con el aditivo inhibidor interrumpimos este proceso y es por eso que no llegamos a una resistencia optima.

#### **4.3.2.3 Ensayos de laboratorio de suelos (ensayos previos y ensayos para la elaboración de especímenes).**

Según lo estipulado en la normativa NTP 399.611, la tasa máxima de absorción a nivel individual no puede superar el 7.5%. Al revisar la tabla 87, se confirma que el adoquín AR 106

tiene una tasa máxima de absorción del 6.66%, la cual está por debajo del límite establecido del 7.5%. Por lo tanto, se cumple con el requisito establecido en la normativa NTP 399.611.

El tamaño máximo nominal especificado se logró tras el proceso de tamizado utilizando las mallas de 1/2" y 1/4", y se estableció mediante el ensayo de granulometría realizado en el laboratorio de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Los resultados de las tolerancias dimensionales del adoquín analizado satisfacen los requisitos establecidos en la norma NTP 399.611. En la tabla 20 se proporcionan las variaciones correspondientes, donde se observa que la longitud tiene una variación de 0.50 mm, mientras que el ancho presenta una variación de -0.15 mm y tienen un valor inferior a 1.60 mm según lo establecido en la norma NTP 399.611. Respecto al espesor, según la tabla 93, la variación es de -1.75, lo que indica que está por debajo del límite permitido de 3.2 mm según la misma normativa.

**¿Cuál es el efecto del aditivo inhibidor en relación con los agregados grueso y fino de la Cantera de Vicho, así como el Cemento IP y el Agua potable, en términos de resistencia a la compresión en las briquetas?**

Se requiere obtener al menos tres mediciones (a los 7, 14 y 28 días) tanto con la presencia como la ausencia del aditivo.

#### **Con el aditivo**

A los 7 días de curado se logra una resistencia de compresión de 95 kgf/cm<sup>2</sup> (f'c), lo que representa un 54.85% de la resistencia requerida que aún falta por alcanzar.

A los 21 días de curado se logra una resistencia de compresión de 140 kgf/cm<sup>2</sup> (f'c), lo que representa un 33% de la resistencia requerida que aún falta por alcanzar.

A los 28 días de curado se logra una resistencia de compresión de 175kgf/cm<sup>2</sup> (f'c), lo que representa un 34% de la resistencia requerida que aún falta por alcanzar y no logrando aumentas la resistencia.

**sin el aditivo:**

A los 7 días de curado se logra una resistencia de compresión de 155 kgf/cm<sup>2</sup> (f'c), lo que representa un 26% de la resistencia requerida que aún falta por alcanzar.

A los 21 días de curado se logra una resistencia de compresión de 198 kgf/cm<sup>2</sup> (f'c), lo que representa un 6% de la resistencia requerida que aún falta por alcanzar.

A los 28 días de curado se logra una resistencia de compresión de 218 kgf/cm<sup>2</sup> (f'c), lo que representa un 103% y supera en 3% de la resistencia requerida que aún falta por alcanzar.

**¿Cuál es el efecto del aditivo inhibidor en relación al costo por metro cubico en un sobrecimiento como una barrera impermeable horizontal?**

El costo en comparación del del concreto con el aditivo por metro cubico que nos costaría 408.87 soles. sabiendo que por m<sup>3</sup> de concreto gastaríamos en el aditivo 92 soles

Además, debido a la gran cantidad de especímenes (24 briquetas hasta la fecha ,8 vigas y 10 muestras para capilaridad) en gasto a realizar estos ensayos superaría los 408.87 soles solo en la rotura de las briquetas, y como parte de los ensayos de control de calidad el espacio del laboratorio de suelos de la universidad es óptimo.

Por último, conforme avanzaba la investigación de estas tesis, se llevaron a cabo pruebas meticulosas y se garantizó la calidad de los agregados utilizados en la fabricación de las briquetas.

**Nuestro objetivo general es establecer la eficiencia del aditivo inhibidor en el concreto y contribuye a disminuir la presencia de salitre en las cimentaciones de viviendas unifamiliares ubicadas en la comunidad de Pilla Matao.**

Por último, conforme avanzaba la investigación de estas tesis, se llevaron a cabo pruebas meticulosas y se garantizó la calidad de los agregados utilizados en la fabricación de las briquetas.

Según Julio Pacheco Zúñiga en "Tecnología de la Construcción" (pág. 168), se hace referencia a la Norma Técnica Peruana NTP 400.037, la cual proporciona tablas de granulometría adecuadas tanto para la arena como para la piedra. Sin embargo, la misma normativa indica que se pueden autorizar otras graduaciones siempre y cuando existan estudios cualificados que garanticen que el material propuesto producirá concreto de la calidad necesaria. Además, se debe considerar el tamaño nominal del agregado grueso, es decir, el tamaño de la malla más pequeña de la serie utilizada que retiene un porcentaje significativo del agregado.

**Nuestro primer objetivo específico es determinar como la aplicación del aditivo inhibidor en estructuras de cimentación reduce el salitre de la cimentación superficiales en las viviendas unifamiliares en la comunidad de Pillao Matao.**

De acuerdo a los resultados obtenidos, se realiza una comparación del concreto con aditivo y concreto sin el aditivo, en mi tesis titulada " EFICIENCIA DEL ADITIVO INHIBIDOR EN LA EFLORESCENCIA EN PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN CIMENTACIÓN EN SUPERFICIALES PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA COMUNIDAD DE PILLAO MATAO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO, CUSCO 2023". En dicho trabajo se aborda el tamaño nominal de los agregados conforme a la norma NTP 400.037. La tabla N° 20 de esta tesis indica que el mayor peso retenido del agregado grueso se encuentra en la malla 1 1/2". Además, se elaboró un gráfico de la curva granulométrica que confirma que el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1". También se verifica que el agregado cumple con los parámetros establecidos por el ASTM, tanto en el límite inferior como en el superior.

Por otro lado, los resultados obtenidos muestran que el tamaño nominal de los agregados, según lo especificado para el tipo de material, concuerda con los parámetros

establecidos por la norma técnica peruana 400.037. Además, para la cimentación, se establece un límite de hasta 1 ½", lo que contribuye a una mayor resistencia del concreto.

Esto lleva a la deducción de la eficiencia del aditivo inhibidor, ya que los resultados comparativos muestran una relación directa con los datos de obtenidos en los ensayos que al realizar la comparación nos da que el concreto con el aditivo inhibidor muestras deficiencias en los resultados de compresión, como se muestra en las tablas N 20.

**Nuestro segundo objetivo específico es determinar como la aplicación del aditivo inhibidor en estructuras de cimentación reduce el salitre en las cimentaciones superficiales en las viviendas unifamiliares en la comunidad de Pillao Matao.**

Según Julio Pacheco Zúñiga en su obra "Tecnología de la Construcción" (pág. 165), la evaluación de la resistencia a la compresión se lleva a cabo mediante ensayos normalizados, los cuales implican la aplicación de carga axial a probetas estandarizadas. Para determinar esta resistencia, se divide la carga máxima de prueba entre el área de la sección sometida a carga, conforme a lo establecido por la norma NTP 339.034-99.

De acuerdo con los hallazgos de la segunda hipótesis específica, " EFICIENCIA DEL ADITIVO INHIBIDOR EN LA EFLORESCENCIA EN PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO EN CIMENTACIÓN EN SUPERFICIALES PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES EN LA COMUNIDAD DE PILLAO MATAO EN EL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO, CUSCO 2023". Donde se evalúa la resistencia a la compresión de muestras de concreto siguiendo la normativa NTP 339.034-99, se observa que según los estándares de ASOCEM, a los 14 días la resistencia del concreto debe acercarse al 90 % , a los 21 días 93 % y a los 28 días 99 % de lo requerido. Los resultados de los ensayos muestran que para un concreto estándar se alcanza una resistencia de  $f_{cr}=218 \text{ kg/cm}^2$  sin el aditivo y de  $f_{cr}=138 \text{ kg/cm}^2$  con el aditivo, lo que representa el 103 % y 65.9 % respectivamente de la resistencia ,lo cual sugiere que está fuera de los parámetros. Sin embargo, al añadir un 2 % del aditivo

inhibidor, la resistencia disminuye en  $f'_{cr}=80 \text{ kg/cm}^2$ , lo que es un 37.1% superior a lo especificado. Además, los resultados de los ensayos estándar de compresión muestran que, si hay una diferencia significativa en los esfuerzos entre las muestras promedios C1, y S1, lo que sugiere que el aditivo inhibidor afecta considerablemente la resistencia a la compresión del concreto en comparación con el producto utilizado en estudios previos.

## 5 GLOSARIO

**Cemento Portland:** Un tipo de cemento hidráulico compuesto principalmente por silicato de calcio, producido mediante la pulverización del clínker de cemento Portland. Por lo general, incluye sulfato de calcio y otros compuestos. Este tipo de cemento es conocido por sus propiedades de fraguado y endurecimiento en presencia de agua.

**Consistencia:** La movilidad relativa o la capacidad para fluir del concreto, mortero o grout frescos se refiere a su capacidad de desplazarse o fluir fácilmente bajo determinadas condiciones. Esta característica está relacionada con el revenimiento y la trabajabilidad del material.

**Granulometría (GRADACIÓN):** La distribución del tamaño de las partículas de agregado se determina mediante la separación a través de tamices normalizados. Este proceso implica el uso de tamices de diferentes aberturas para clasificar y medir las partículas de agregado según su tamaño.

**Arena:** Las partículas de roca que atraviesan la malla N°4 (de 4.75 mm) pero quedan atrapadas en la malla N°200. En cuanto al AIRE ATRAPADO (también conocido como AIRE OCLUIDO), se refiere al vacío de aire no deseado, de forma irregular, presente en el concreto fresco o endurecido, con un tamaño igual o superior a 1 mm.

**Agregado Fino:** El material que atraviesa el tamiz de 9.5 mm (equivalente a 3/8 de pulgada) pasa mayormente a través del tamiz de 4.75 mm (también conocido como No.4), mientras que se retiene principalmente en el tamiz de 75 mm (denominado No. 200). Respecto al AGREGADO GRUESO, se refiere a la grava natural, piedra triturada o escoria de alto horno de hierro, generalmente con un tamaño superior a los 5 mm (0.2 pulgadas), cuyo rango de dimensiones habituales varía entre 9.5 mm y 37.5 mm (equivalente a 3/8 y 1 1/2 pulgadas).

**Cantera:** Una reserva natural de material adecuado para su uso en la construcción, rehabilitación, mejora y mantenimiento de carreteras.

**Cambio de Volumen:** Un cambio en el volumen, ya sea aumentando o disminuyendo, debido a diversas razones como variaciones en la humedad, temperatura o reacciones químicas. Este fenómeno también se conoce como fluencia.

**Concreto:** Una combinación de material aglutinante (conglomerante) y agregados finos y gruesos. En el concreto convencional, el medio aglutinante más comúnmente empleado es el cemento Portland junto con agua, aunque también puede incluir puzolanas, escoria y/o aditivos químicos.

**Cono de Abrams:** Un recipiente en forma de cono truncado fabricado con un material que no es susceptible de ser atacado por la pasta de cemento. Este se utiliza para medir la consistencia de la mezcla de concreto fresco y también es conocido como cono de asentamiento.

**Contenido de Aire:** Volumen total de vacíos de aire, sea incluido, sea atrapado, en la pasta de cemento, mortero o concreto. El aire incluido aumenta la durabilidad del mortero o concreto endurecidos sometidos a congelación-deshielo y aumenta la trabajabilidad de las mezclas frescas.

**Curado:** El curado es el proceso mediante el cual se asegura que el concreto, mortero, grout o revoque fresco se mantenga en una condición húmeda y a una temperatura adecuada durante las etapas iniciales de fraguado, con el fin de permitir el desarrollo de las propiedades deseadas

del material. Este proceso garantiza una hidratación y endurecimiento satisfactorios de los materiales cementantes.

**Dosificación:** El proceso de medición, ya sea por peso o por volumen, de los ingredientes y su posterior introducción en la mezcladora, se refiere a la dosificación. Este procedimiento se lleva a cabo para determinar las cantidades adecuadas de los materiales necesarios para preparar una determinada cantidad de concreto, mortero, grout o revoque.

**Durabilidad:** La capacidad del concreto, mortero, grout o revoque de cemento Portland para resistir la acción de las inclemencias del tiempo y otras condiciones de servicio, como el ataque químico, la congelación-deshielo y la abrasión, se denomina resistencia a la intemperie. Esta característica es fundamental para asegurar la durabilidad y el rendimiento adecuado de estas estructuras y revestimientos en su entorno de aplicación.

**Fraguado:** El término que describe el grado en el cual el concreto fresco pierde su plasticidad y comienza a endurecerse es "fraguado". El fraguado marca el punto en el que la mezcla de concreto pasa de ser moldeable y maleable a una consistencia más rígida y resistente.

**Masa Específica:** La masa por unidad de volumen, también conocida como peso por unidad de volumen al aire, se expresa típicamente en unidades como kilogramos por metro cúbico ( $\text{kg/m}^3$ ). Esta medida indica la cantidad de masa que ocupa un determinado volumen de material, sin tener en cuenta el efecto de la flotación en el aire.

**Módulo de Finura (MF):** El factor de fineza se calcula sumando los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie especificada y luego dividiendo este resultado por 100. Este factor proporciona una medida de la distribución de tamaño de las partículas en la muestra de agregado.

**Plasticidad:** La propiedad de la pasta, concreto, mortero, grout o revoque fresco que determina su trabajabilidad, resistencia a deformación o facilidad de moldeo se conoce como consistencia.

Esta característica está relacionada con la capacidad del material para ser manipulado y moldeado de manera adecuada durante su colocación y conformación en la obra.

**Relación Agua-Cemento (A/C):** La relación entre la masa de agua y la masa de cemento en el concreto se conoce como la relación agua-cemento ( $a/c$ ). Esta relación se expresa como la proporción de la masa de agua dividida por la masa de cemento utilizada en la mezcla de concreto. Por ejemplo, si se utilizan 200 kg de agua y 400 kg de cemento, la relación agua-cemento sería  $200/400 = 0.5$ . Esta relación es importante ya que influye en las propiedades del concreto fresco y endurecido, incluyendo su resistencia, durabilidad y trabajabilidad.

**Resistencia a Compresión:** La resistencia máxima que una probeta de concreto, mortero o grout puede resistir cuando es sometida a una carga axial en compresión en una máquina de ensayo a una velocidad especificada se conoce como resistencia a la compresión. Esta resistencia se expresa típicamente en unidades de fuerza por unidad de área de sección transversal, como mega pascal (MPa) o libras por pulgada cuadrada (lb/pulg<sup>2</sup> o psi).

**Revenimiento (Asentamiento de Cono de Abrams):** La medida de consistencia del concreto fresco, que se determina mediante el asentamiento inmediato de una probeta moldeada con un cono normalizado, se conoce como revenimiento. Es una indicación de la fluidez del concreto fresco y su capacidad para ser vertido, colocarlo y compactarlo adecuadamente durante la construcción. El revenimiento se expresa típicamente en centímetros o pulgadas y se utiliza como una guía para garantizar la adecuada trabajabilidad del concreto en el sitio de trabajo.

**Sangrado (Exudación):** El flujo del agua de la mezcla del concreto fresco, causado por el asentamiento de los materiales sólidos de la mezcla, se conoce como exudación. Este fenómeno ocurre cuando el agua presente en la mezcla de concreto fresco se mueve hacia la superficie debido al peso de los materiales sólidos en suspensión, lo que puede resultar en una segregación de los agregados y una reducción en la calidad del concreto.

**Segregación:** La separación de los componentes del concreto fresco, donde los agregados y el mortero se separan, resultando en una mezcla sin uniformidad, se denomina segregación. Este fenómeno puede ocurrir durante la manipulación, transporte o colocación del concreto fresco y puede deberse a diferencias en las densidades, tamaños o formas de los materiales, así como a la vibración inadecuada durante el vertido. La segregación puede afectar negativamente la resistencia y durabilidad del concreto endurecido, por lo que es importante evitarla durante el proceso de colocación y compactación.

**Slump:** El método para determinar el asentamiento del concreto fresco, ya sea en laboratorio o en campo, implica el uso de un molde en forma de cono trunco. La muestra de concreto se coloca en este molde y luego se realizan medidas de desnivel con respecto al molde de cono trunco. Estas medidas proporcionan valores que se utilizan para calcular el asentamiento del concreto. Este procedimiento, conocido como ensayo de asentamiento del cono de Abrams, es una técnica comúnmente utilizada para evaluar la consistencia del concreto fresco y su capacidad de fluir.

**Trabajabilidad:** La propiedad del concreto, mortero, grout o revoques frescos que determina sus características de trabajo, incluyendo la facilidad para su mezclado, colocación, moldeo y acabado, se conoce como trabajabilidad. Esta propiedad es crucial para asegurar que el material pueda ser manejado de manera eficiente y efectiva durante el proceso de construcción, garantizando así la calidad y la integridad estructural del proyecto. La trabajabilidad está influenciada por varios factores, como la consistencia, la cantidad de agua, la granulometría de los agregados y el contenido de cemento.

**Vacíos de Aire:** Los vacíos de aire atrapado, también conocidos como aire ocluido, son burbujas de aire incluidas en el concreto, mortero o grout. Estos vacíos atrapados suelen tener un diámetro mayor que 1 mm, mientras que los vacíos incluidos son de tamaño menor. La mayoría de los vacíos atrapados deben ser eliminados mediante técnicas como la vibración

interna, plantillas vibratorias o varillado, con el objetivo de mejorar la resistencia y durabilidad del material endurecido.

## **6 CONCLUSIONES**

### **Conclusión 01:**

A partir de los resultados obtenidos, se deduce que la eficiencia del aditivo inhibidor en el concreto, en comparación con el concreto que carece de dicho aditivo, exhibe un incremento de aproximadamente el 22% en la impermeabilidad al agua que penetra en las cimentaciones superficiales. Esto sugiere que estas cimentaciones actuarán como una barrera horizontal contra la capilaridad.

### **Conclusión 02:**

Basándonos en los ensayos realizados, se llega a la conclusión de que los esfuerzos de compresión axial no mejoran progresivamente la resistencia en el diseño estructural. Según los resultados obtenidos de las muestras de concreto sometidas a compresión axial, se observa que el concreto en presencia del aditivo inhibidor resulta en una disminución del 37.1 % en la resistencia a los 28 días en comparación con el concreto sin este aditivo.

### **Conclusión 03:**

Se concluye que la inclusión del aditivo inhibidor en la composición de la mezcla reduce la velocidad de absorción capilar disminuye de 25.79% a 4.23%, gracias a las características particulares que exhibe dicho aditivo.

### **Conclusión 04:**

En esta tesis de investigación “Eficiencia del aditivo inhibidor en la eflorescencia en presencia de nivel freático en cimentaciones superficiales para viviendas unifamiliares en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023” Se ha podido observar que los problemas más comunes en viviendas autoconstruidas son el desprendimiento y la

desintegración de acabados, causados principalmente por la influencia de sales agresivas y la humedad por capilaridad. Estos problemas se presentan en niveles tanto leves como severos, con porcentajes del 65.05%.

**Conclusión 05:**

Se concluye que la inclusión del aditivo inhibidor en la composición de la mezcla reduce la velocidad de absorción capilar en un 21%, gracias a las características particulares que exhibe dicho aditivo.

**Conclusión 06:**

La importancia que tiene el realizar una construcción con la debida dirección técnica, a partir de un buen diseño estructura, y tomando en consideración los tipos de materiales para construir y si la zona de nivel freática es altamente salina, permitirá tomar decisiones para la utilización del aditivo inhibido y de esta forma garantizar la durabilidad de los elementos estructurales de las viviendas.

**Conclusión 07:**

Esta investigación “Eficiencia del aditivo inhibidor en la eflorescencia en presencia de nivel freático en cimentaciones superficiales para viviendas unifamiliares en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023” ha permitido evidenciar que los Daños en viviendas Autoconstruidas en su mayoría son por rugosas y desintegración de acabados por influencia de la Agresividad de las Sales y la humedad por capilaridad en un nivel leve y severo es de 22.33% y 80.58% respectivamente.

**Conclusión 08:**

A los 28 días de edad, al analizar la resistencia a la compresión del concreto, se observa una diferencia del 71% entre el concreto que contiene aditivo y el que no lo contiene.

## **7 RECOMENDACIONES**

### **Recomendación 01:**

Se sugiere a los profesionales buscar alternativas para contrarrestar estos problemas de eflorescencia del salitre a futuro. Así como la utilización de este aditivo inhibidor en cimentaciones superficiales que funcionaran como una barrera impermeabilizante ante la capilaridad del agua y concreto con el aditivo inhibidor cumplir para garantizar que la estructura satisfaga las condiciones de uso previsto. Y por ello, es fundamental comprender el nivel de agresividad de estas sales del nivel freático al que estará expuesta la estructura. En este sentido, se recomienda el uso de cemento tipo V, reconocido por su alta resistencia a los sulfatos, especialmente indicado para proyectos expuestos a daños por sulfatos. Es ampliamente utilizado en la construcción de canales, alcantarillas, obras portuarias, y postes de concreto que estarán en contacto con suelos o aguas con altos niveles de sulfatos y nitratos, como el  $\text{NaNO}_3$  y el  $\text{KNO}_3$ .

### **Recomendación 02:**

Se recomienda el uso de cal como aditivo inhibidor, por qué forma una excelente barrera de protección al ataque químico, presenta resistencia a los sulfatos, ácidos, eflorescencias, este sistema ha sido utilizado con éxito en la fabricación de drenajes municipales e industriales.

### **Recomendación 03:**

Se recomienda tomar en cuenta el procedimiento constructivo para realizar el sobrecimiento que se encuentra en anexos de la tesis, la altura de los sobre cimientos como se encuentran en los planos. nos sirve para proteger al ladrillo de cualquier humedad futura y así evitar daños a los acabados.

### **Recomendación 04:**

Se recomienda a la Universidad de San Antonio Abad Del Cusco, facultad de ingeniería civil, (laboratorio de suelos):

Adquirir físicamente en laboratorio la normativa utilizada en la presente investigación tales como:

- Análisis granulométrico (NTP 400.012).
- Peso específico (NTP 400.021).
- Peso unitario (NTP 400.017).
- Temperatura del concreto (NTP 339.184).
- Elaboración de probetas (NTP.339.183) .
- Slump o asentamiento (NTP 339.035).
- Resistencia a la compresión (NTP 339.034).
- Permeabilidad (UNE-EN\_12390)
- Absorción (ASTM C-1585)

#### **Recomendación 05:**

Para el Diseño de las viviendas el profesional responsable verificará las propiedades de los suelos y un análisis de agua si hubiese nivel freático, para un buen diseño adecuado a las condiciones del suelo y de la humedad.

#### **Recomendación 06:**

También es necesario que las Autoridades competentes coordinen con el dirigente de participación vecinal de la comunidad de Pillao Matao para desarrollar un plan de prevención para combatir la agresión de las sales y los daños en las viviendas.

#### **Recomendación 07:**

Se recomienda al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento hacer cumplir el Reglamento Nacional de Edificaciones, que para viviendas de interés social se debe realizar estudios de salinidad de suelos.

**Recomendación 08:**

Se recomienda a los proyectistas, especificar mecanismos de protección para elementos estructurales ante la salinidad de los suelos.

**Recomendación 09:**

Se sugiere continuar investigando este fenómeno de la eflorescencia, dado su amplio impacto en diversos aspectos de la construcción.

**Recomendación 10:**

Se recomienda usar este aditivo en los sobrecimientos ya que funcionarán como una efectiva barrera horizontal contra la capilaridad.

**Recomendación 11:**

Se recomienda que en este tipo de zonas de nivel freático se construya posos de infiltración y de esta manera aprovechar el agua.

**8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alvarez, M. (2017). *Eficiencia De Barrera Horizontal Impermeabilizante Frente A La Ascensión Capilar En Muros No Portantes Conformados Por Ladrillos Tipo V*. Trujillo. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11167/Alvarez%20Pajares%20Miguel%20Jeremy.pdf?sequence=1>
- Ardila, J. (2019). *Estudio Patológico Por Humedades En Los Muros Exteriores E Interiores En Las Casas Que Conforman El Conjunto Residencial Guazuca En El Municipio De Guasca*. Bogotá. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/20826/2019jorgeardila.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, L., & Villa, J. (2019). *Evaluación de suelos con presencia de nivel freático para cimentaciones superficiales de viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Leticia de la ciudad de Pisco en el 2019*. Lima. Obtenido de [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3534/Leifhan%20Arias\\_Jeyko%20Villa\\_Trabajo%20de%20Investigacion\\_Bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3534/Leifhan%20Arias_Jeyko%20Villa_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ASTM International. (1997). *Método de Ensayo Normalizado para determinar la densidad aparente ("peso unitario") e Índice de Huecos en los Áridos ASTM C 29/C 29M - 97*. USA.

- ASTM International. (2001). *Resistencia a la compresión de cilindros de concreto*.
- ASTM International. (2007). Método de Ensayo Estándar para el Análisis Granulométrico. ASTM Designación: D 422 - 63 (Reaprobado el 2007). *ASTM International*, 1-15.
- ASTM International. (2010). *Análisis de la succión capilar en hormigones*. Obtenido de <https://www.fio.unicen.edu.ar/images/stories/carreras/posgrado/hormigon/tesis/TesisTaus.pdf>
- Barrios, M., Tejada, C., Villabona, A., Fidel, C., & Breiner, R. (2021). *Evaluación del extracto de Cedrela odorata Linnaeus en la manejabilidad del concreto y su resistencia a la compresión*. Cartagena: Fondo Editorial EIA.
- Benegas, Y. M., & Hurtado, E. M. (2017). *Agregados de la construcción*. Obtenido de [https://hctarelo.weebly.com/uploads/4/6/9/7/46979447/06\\_agregados.pdf](https://hctarelo.weebly.com/uploads/4/6/9/7/46979447/06_agregados.pdf)
- Bermudez, P., & Lazaro, R. (2021). *Influencia del suelo altamente salino en cimentaciones para la construcción de edificaciones durables en Cerro Candela, Imperial, Cañete, Lima 2021*. Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68338>
- Calle, R. (2017). *Determinación Y Evaluación De Las Patologías En El Sistema Estructural De Albañilería Confinada De Las Viviendas Comprendidas Entre Las Calles Jr. 3 De Octubre, Avenida Ancash, Jr. Paita Y Avenida Nueva Del Pozo, Del Pueblo Joven La Merced - Paita Alta -*. Lima.
- Capybara, M. (2020). *Ensayo de material*.
- Carbajal, M., & Guzmán, F. (2005). Estudio De Aditivos Inhibidores De Corrosión Para Estructuras De Hormigón Armado. Análisis De Potencial De Corrosión. *Revista de la Construcción*, 25-29.
- Casas, L. (2017). *Humedades*. Cali: Universidad del Valle. Obtenido de <https://libros.univalle.edu.co/index.php/programaeditorial/catalog/download/86/49/1109?inline=1>
- Chavez, A. (2012). *Patologías de la construcción*. Mexico. Obtenido de [https://higieneysseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia\\_broto\\_de\\_patologias\\_de\\_la\\_construccion.pdf](https://higieneysseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf)
- Chilon, F. (2021). *Efecto del aditivo SikaCem Impermeable y Sika WT-100 en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para cimentación*.
- Coras et al. (2014). Movimiento del agua freática y concentración de sales en suelos agrícolas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342014000400001](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000400001)
- Duque, G., & Escobar, C. (2016). Geomecánica. En *Capítulo 8: Erosión de suelos* (págs. 122-135). Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57121/erosiondesuelos.pdf>
- Gavilan. (2022). *Efectos Del Nivel Freático En El Calculo De La Capacidad Portante Para Cimentaciones*. Huancayo. [https://Repositorio.Upla.Edu.Pe/Bitstream/Handle/20.500.12848/5531/T037\\_43516930\\_T.Pdf.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y](https://Repositorio.Upla.Edu.Pe/Bitstream/Handle/20.500.12848/5531/T037_43516930_T.Pdf.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y)
- Gavilan, F. (2022). *Efectos Del Nivel Freático En El Calculo De La Capacidad Portante Para Cimentaciones Superficiales De La Urbanización Los Pinos*. Huancayo.

- [https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/5531/T037\\_43516930\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/5531/T037_43516930_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gomes, L., Pacheco, F., Toma, N., Tutikian, V., Valiati, V., & Wirth, A. (2019). Análisis sobre el crecimiento de hongos en diferentes revestimientos aplicados a sistemas ligeros. *Revista ingeniería de construcción*, 34(1). Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732019000100005](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000100005)
- Gonzales, P. (2018). *EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL USO DE ADITIVOS EN LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO A BAJAS TEMPERATURAS EN LA REGIÓN PUNO*. Juliaca : UNIVERSIDAD ANDINA “NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”.
- González, M. (2014). Metodología para el proceso de modelación de la relación capilaridad-deterioro en edificaciones. *Arquitectura y urbanismo*.
- Guayano, C. (2015). *Concreto Armado*. Ecuador.
- Healthy People, Healthy Communities. (2017). *Moho en el interior*. Obtenido de <https://scdhec.gov/sites/default/files/Library/CR-011531.pdf>
- Hurtado, Y. (2019). *Influencia del Nivel Freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en el Centro Poblado de Ninatambo – Tarma 2019*. Tarma. Obtenido de [https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/711/Hurtado\\_Yosselyn\\_tesis\\_bachiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/711/Hurtado_Yosselyn_tesis_bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Kcana, B. (2021). *Análisis del origen de las patologías del concreto durante la construcción de la Institución Educativa n° 56370, distrito Livitaca, Cusco*. Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63568>
- Lluba, J. (2020). *Teoría sobre cimentaciones*.
- Loa, W. (2021). *Diseño Estructural Para Vivienda En Suelo Con Nivel Freático Alto, Utilizando Cimentaciones Superficiales Reforzadas Del Distrito Asia Cañete, Lima 2021*. Lima. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66595/Loa\\_QWV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66595/Loa_QWV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- María Turbay. (1991). *Cimentaciones*. Bogotá: SENA.
- Menendez, J. (2016). *Sistema de monitoreo de napas freáticas mediante freatómetros electrónicos*.
- Merino, & Ruiz. (2015). *DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES ISOSTÁTICAS SOPORTADAS POR PROGRAMA DE SIMULACIÓN COMPUTARIZADO*.
- Merino, L. O., & Ruiz, G. (2015). *Diseño de cimentaciones superficiales isostáticas soportadas por programa de simulación computarizado*. Trujillo. Obtenido de [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2100/1/REP\\_ING.CIVIL\\_LUIS.MERINO\\_GONZALO.RUIZ\\_DISEÑO.CIMENTACIONES.SUPERFICIALES.ISOSTÁTICAS.SOPORTADAS.PROGRAMA.SIMULACIÓN.COMPUTARIZADO.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/2100/1/REP_ING.CIVIL_LUIS.MERINO_GONZALO.RUIZ_DISEÑO.CIMENTACIONES.SUPERFICIALES.ISOSTÁTICAS.SOPORTADAS.PROGRAMA.SIMULACIÓN.COMPUTARIZADO.pdf)
- Mora, R. (2000). La Variación De La Posición Del Nivel Freático Y Su Influencia En La Capacidad De Carga De Cimentaciones Superficiales: Caso Zapata Corrida Infinita En Un Suelo De Origen Volcánico, Juan Viñas, Cartago, Costa Rica. 17-23. Obtenido de <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3871>
- NTP. (2018). *Norma Técnica Peruana NTP 339.185*. Lima.

- Oke, A. E. (2006). *Effect of quality of materials and workmanship on building collapse in Nigeria*. Nigeria.
- Ortiz, L. (2011). *Influencia De La Humedad En El Deterioro De Las Viviendas Del Barrio Obrero De La Ciudad De Puyo, Cantón Pastaza, Provincia De Pastaza*. Ambato. <https://Repositorio.Uta.Edu.Ec/Bitstream/123456789/1368/1/Tesis%20618%20-%20ort%C3%Adz%20medrano%20luis%20fernando.Pdf>
- Ortiz, R. (2017). *Influencia Del Nivel Freático En La Determinación De Capacidad Portante De Suelos, En Cimentaciones Superficiales, Distrito De Pilcomayo En 2017*. Huancayo. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3871/Ortiz%20Quispe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodriguez, A. (2021 ). *Aplicación de poliuretano líquido en la impermeabilización de cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático - Lima*. Lima : Universidad Cesar Vallejo .
- Ruiz, E. (2003). *Determinación Del Mecanismo De Deposición de Películas De Samario Como Inhibidor En Soluciones Acuosas*. México : Centro De Investigación Y Desarrollo Tecnológico En Electroquímica .
- Salgado, L. (2001). *Estudio De Niveles Freáticos Y Piezométricos*. Concepción : Facultad de ingeniería agrícola universidad de Concepción .
- Saltos, A., Almendariz, C., & Fun, K. (2017). Influencia de la salinidad y su evaluación en urbanización Málaga dos en vía a salitre Guayaquil – Ecuador. *Dominio de las ciencias*, 647-666. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6326671.pdf>
- Tejeda, L. (2014 ). Uso de extractos de plantas como inhibidores de corrosión. *Informador técnico Vol. 78 Núm. 2*, 155-164.
- Toma, P. (2017). *Humedades En Edificación. Estudio Desde Su Origen Hasta La Actualidad, Y Aplicaciones Contemporáneas*. Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/110842/Pipiraite%20-%20csa-F0108%20humedades%20en%20edificaci%C3%93n.%20estudio%20desde%20su%20origen%20hasta%20la%20actualidad,%20y%20ap.....Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y>
- Usat. (2020). *Mecánica De Suelos I*.
- Vaquerizo, N. (2019 ). *Tipologías De Vivienda Urbana* . Lima : Universidad Nacional De Educación .
- Yepes, V. (2016). *Procedimientos De Construcción De Cimentaciones Y Estructuras De Contención*. Valencia: Universitat Politècnica de València. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/unsaac/57415>

## 9 ANEXOS

### 9.1 Matriz de Operacionalización de variables

**Tabla 113**

*Eficiencia del aditivo inhibidor en la eflorescencia en presencia de nivel freático en cimentaciones superficiales para viviendas unifamiliares en la comunidad de Pillao Matao en distrito de San Jerónimo, Cusco 2023*

| VARIABLES  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DIMENSIONES | INDICADORES  | HERRAMIENTAS  |
|--|---|-------------|--|---|
| <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>X: Diseño de concreto inhibidor<br/>           X1: Agregado fino<br/>           X2: Agregado grueso<br/>           X3: Aditivos<br/>           X4: Cemento<br/>           X5: Agua</p> | <p>El nivel freático puede definirse como el nivel superior del agua en un acuífero o dicho de otra manera como el lugar donde la presión del agua es igual a la de la presión atmosférica (Gavilan, 2022)</p> <p>Los estudios de fluctuación de los niveles freáticos subterráneos son de mucha importancia ya que el movimiento de los mantos freáticos es la principal causa de los problemas de salinidad (Coras et al., 2014)</p> <p>También conocidos como áridos pétreos, estos elementos inertes se mezclan con materiales aglomerantes como el cemento y la cal, junto con agua, para formar concretos o morteros. Representan aproximadamente el 75% del volumen total en una mezcla estándar de concreto.</p> <p>Clasificación según origen<br/>           Ígneas: intrusivas. Extrusivas, efusivas o vulcanicas.<br/>           Sedimentarias: las cuales son las de mayor abundancia en la superficie terrestre.<br/>           Metamórficas: provienen de ígneas y sedimentarias, las cuales experimentan grandes presiones y altas temperaturas.</p> <p>Los agregados naturales se dividen en dos grupos principales:</p> <p>a) Agregados finos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena fina</li> <li>• Arena gruesa</li> </ul> <p>b) Agregado grueso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grava</li> <li>• Piedra</li> </ul> | Pre ensayos | <p>Peso específico (NTP 400.021)</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza</li> <li>• Cesta con malla de alambre</li> <li>• Recipiente de medida</li> <li>• Depósito de agua</li> <li>• Tamices</li> <li>• Estufa</li> </ul>  |
|  |   |             | <p>Ensayo de peso unitario compactado del agregado fino (ASTM C 29/C 29M – 97) (NTP 400.017)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza</li> <li>• Pisón</li> <li>• Recipiente de medida</li> <li>• Pala o poruña</li> </ul>   |
|  |   |             | <p>Ensayo de contenido de humedad del agregado fino (NTP 339.185)</p>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza</li> <li>• Puente de calor</li> <li>• Recipiente para muestra</li> </ul>   |
|  |   |             | <p>-Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D 422 - 63 - Reprobado el 2007)(NTP 400.012)</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza</li> <li>• Agitador</li> <li>• Hidrómetro</li> <li>• Probeta de sedimentación</li> <li>• Termómetro</li> <li>• Tamices</li> <li>• Baño de Agua o Ambiente a Temperatura Constante</li> <li>• Vaso de precipitación</li> <li>• Dispositivo de toma de tiempo</li> </ul> |

|   |   |                  |  |   |
|---|---|------------------|--|---|
| <b>Variable Dependiente</b><br><br>Y1:Cimentaciones superficiales<br>Resistencia a compresión y a flexión del concreto. | La cimentación hace referencia tanto al suelo sobre el cual se apoya la estructura como al elemento o elementos cargados de transmitir las cargas. Para considerar una cimentación como superficial fijan un límite máximo a la profundidad de la cimentación (Merino & Ruiz, 2015) | Ensayos          | -Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (ASTM C39)<br>-Elaboración de probetas NTP.339.183.<br>-Slump o asentamiento NTP 339.035.<br>-Temperatura del concreto NTP 339.184.<br>-Peso Unitario (NTP.339.046).<br>-Absorción (ASTM C-1585)”. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga de compresión uniaxial</li> <li>• Cilindros moldeados</li> </ul>   |
|   |   |                  | Ensayo de capilaridad (ASTM C1585)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bandeja</li> <li>• Dispositivos de soporte</li> <li>• Báscula de plato superior</li> <li>• Dispositivo medidor de tiempo</li> <li>• Sierra enfriada por agua</li> <li>• Cámara Ambiental</li> <li>• Contenedores de polietileno para almacenaje</li> </ul> |
|   |   | Ensayos de campo | Calicatas y perfil estratigráfico (NTP E-050)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barretas</li> <li>• Picos</li> <li>• Palas</li> <li>• Libretas de Campo</li> <li>• Bolsas de muestreo</li> </ul>   |
|   |   |                  | Toma de muestras de eflorescencia  | Muestreo de las patologías más comunes debido a las humedades que se producen en los edificios.   |

## 9.2 Matriz de Consistencia

**Tabla 114**

*Eficiencia del aditivo inhibidor en la eflorescencia en presencia de nivel freático en cimentaciones superficiales para viviendas unifamiliares en el distrito de Pillaomatao en distrito de San Jerónimo, Cusco 2023*

| Problemas  | Objetivos  | Hipótesis  | Variables  | Metodo   |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  | logía  |  |
| <p><b>Problema general</b><br/>¿Cómo el aditivo inhibidor influye en la disminución o eliminación de eflorescencia en las cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo influye el aditivo inhibidor en la construcción de cimentaciones superficiales para incrementar la <b>resistencia</b> frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023?</li> <li>• ¿Cómo influye el aditivo inhibidor en la construcción de cimentaciones superficiales para reducir la <b>permeabilidad</b> frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023?</li> <li>• ¿Cómo influye el aditivo inhibidor en la construcción de cimentaciones superficiales para reducir la <b>absorción capilar</b> frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023?</li> </ul> | <p><b>Objetivo General</b><br/>Evaluar la adición del aditivo inhibidor en cimentaciones superficiales en la elaboración de concreto para reducir o en algunos casos eliminar la eflorescencia viviendas unifamiliares afectadas por esta patología en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar la adición de aditivo inhibidor en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales en la <b>resistencia</b> frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023</li> <li>• Analizar la adición de aditivo inhibidor en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales para reducir la <b>permeabilidad</b> frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023</li> <li>• Analizar la adición de aditivo inhibidor en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales para reducir la <b>absorción capilar</b> frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023</li> </ul> | <p><b>Hipótesis general</b><br/>La adición del aditivo inhibidor en cimentaciones superficiales influye en la elaboración de concreto para reducir o en algunos casos eliminar la eflorescencia viviendas unifamiliares afectadas por esta patología en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La adición de aditivo inhibidor influye en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales en la <b>resistencia</b> frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023</li> <li>• La adición de aditivo inhibidor influye en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales para reducir la <b>permeabilidad</b> frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023</li> <li>• La adición de aditivo inhibidor influye en la elaboración de concreto en cimentaciones superficiales para reducir la <b>absorción capilar</b> frente a cimentaciones convencionales en la comunidad de Pillaomatao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023.</li> </ul> | <p><b>Variable Independiente:</b><br/>X: Diseño de concreto inhibidor<br/>X1: Agregado fino<br/>X2: Agregado grueso<br/>X3: Aditivos<br/>X4: Cemento<br/>X5: Agua</p> <p><b>Variable dependiente:</b><br/>Y1: Cimentaciones superficiales Resistencia a compresión y a flexión del concreto.</p> | <p><b>Tipo de la Investigación</b><br/>Experimental<br/>Cualitativo y cuantitativo</p> <p><b>Enfoque de la Investigación:</b><br/>Cualitativo y cuantitativo</p> |

### 9.3 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Figura 145

Autorización para obtención de datos

AUTORIZACIÓN PARA OBTENCIÓN DE DATOS CON FINES DE INVESTIGACIÓN

Yo ..... Identificado con DNI N°....., autorizo mediante el presente documento a la obtención de datos por parte de mi vivienda con fines de investigación para la tesis: "Eficiencia del aditivo inhibidor en la eflorescencia en presencia de nivel freático en cimentación superficial para viviendas unifamiliares en la comunidad de Pillao Matao en el distrito de San Jerónimo, Cusco 2023." El mismo que será realizado por el Sr. Juan Victor Vasquez Mamani y el Sr. Neiser Rodrigo Vega Canazas.

El tiempo de ejecución será de un día y los datos recolectados serán imágenes, distancias y áreas de la vivienda unifamiliar.

Para dar fe de lo anterior, firmo en la parte inferior indicando la aprobación del mismo.

Nombre:

DNI:

Figura 146

Ficha de asistencia de laboratorio de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Epimaco del aditivo inhibidor en la aplicación en presencia de

PROYECTO: investigación en condiciones específicas, para viviendas unifamiliares en la comunidad de Pillao Matao, distrito de San Jerónimo, Cusco, 2023.



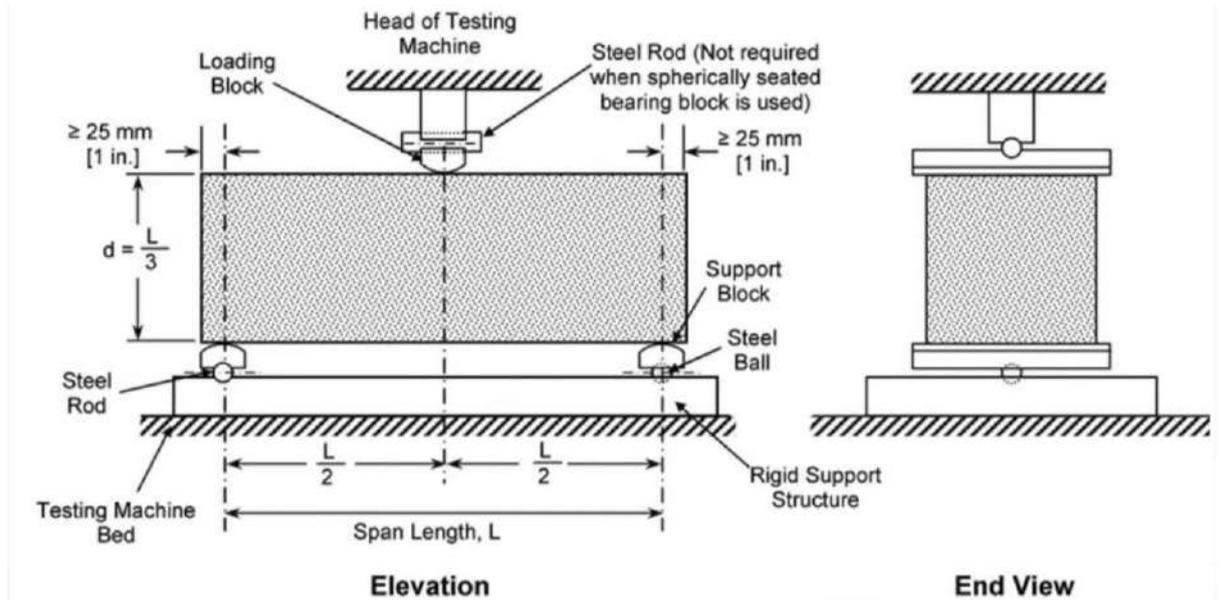
|           |          | UBICACIÓN |              |  |  |
|-----------|----------|-----------|--------------|--|--|
| LOCALIDAD | DISTRITO | PROVINCIA | DEPARTAMENTO |  |  |
| Urb. C.   |          | Cusco     | Cusco        |  |  |

INTEGRANTES: 1) Neiser Rodrigo Vega Canazas  
 2) Juan Victor Vasquez Mamani

| FECHA      | ENSAYO   | POZO N° | PROFUNDIDAD | TIPO DE MUESTRA | HORA DE INGRESO | HORA DE SALIDA | FIRMA   |
|------------|--|---------|-------------|-----------------|-----------------|----------------|---------|
| 11/04/2024 | Calibración de Capa y toma de medidas de tripa       |         |             |                 | 07:30           | 11:30          | [Firma] |
| 12/04/2024 | Resistencia a la compresión de cilindros de concreto |         |             |                 | 10:10           | 1:50           | [Firma] |
| 17/04/2024 | Resistencia a la tracción de vigas de concreto       |         |             |                 | 10:00           | 1:30           | [Firma] |
| 18/04/2024 | Calibración de Capa                                  |         |             |                 | 10:00           | 1:00           | [Firma] |
| 19/04/2024 | Resistencia a la flexión de vigas de concreto        |         |             |                 | 09:30           | 11:10          | [Firma] |
| 17/05/2024 | Resistencia a la compresión de cilindros de concreto |         |             |                 | 09:30           | 11:10          | [Firma] |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |
|            |  |         |             |                 |                 |                |         |

[Firma]

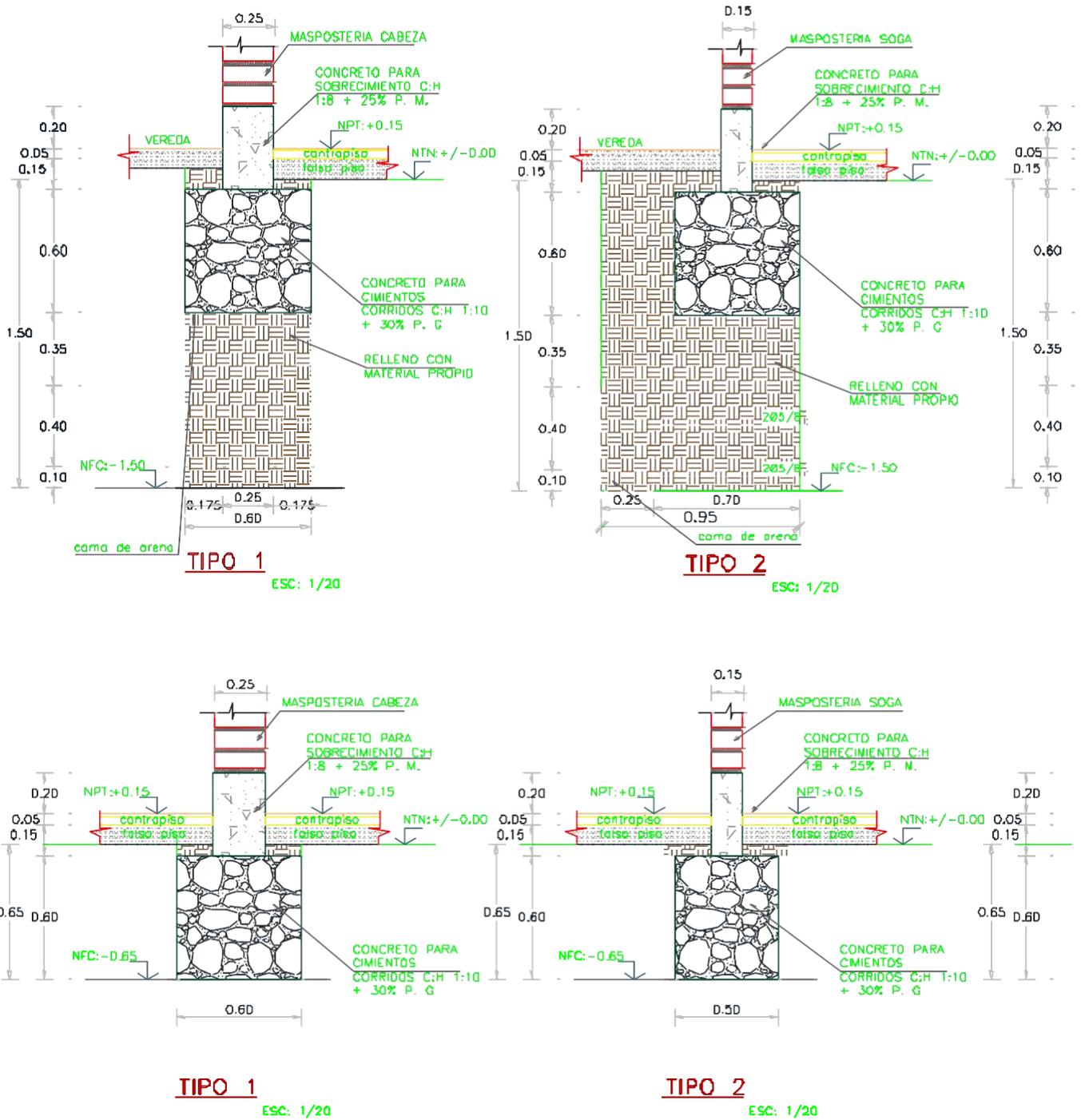
## 9.4 RESISTENCIA A FLEXIÓN DE UNA VIGA SIMPLE DE HORMIGÓN CON CARGA CENTRAL.



## 9.5 PRESUPUESTO DEL CONCRETO CON EL ADITIVO INHIBIDOR.

| MATERIALES     |                                     |                |        |        |
|----------------|-------------------------------------|----------------|--------|--------|
| 02041200010007 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4" | kg             | 7.7625 | 31.05  |
| 02070100010002 | PIEDRA CHANCADA 3/4"                | m <sup>3</sup> | 0.5565 | 38.96  |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA                        | m <sup>3</sup> | 0.4600 | 16.10  |
| 0213010001     | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)   | bol            | 8.0000 | 188.00 |
| 0231010001     | MADERA PARA LOSA                    | p <sup>2</sup> | 3.2808 | 14.76  |
| 231190002      | ADITIVO INHIBIDOR                   | und            | 8.0000 | 92.00  |

### 9.6 PLANOS DE SOBRECIMENTOS PROPUESTOS PARA REALIZAR COMO RECOMENDACIÓN.



9.7 ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA EN LA COMUNIDAD DE PILLAO MATAO.

INFORME DE ANÁLISIS DE AGUA POTABLE

Aplicación: POZO DE AGUA PILLAO MATAO \*\*  
 Persona(s) Responsables: TESISISTAS  
 Localización: PILLAO MATAO  
 Cultivo: SIN CULTIVO (SC)  
 Referencia del Lugar de Aplicación: EN EL COLEGIO IE 3065 VIRGEN DEL CARMEN, DOBLANDO A LA MANO IZQUIERDA

NÚMERO DE EXPERIMENTO: LBUC\_001\_2016  
 CÓDIGO DE MUESTRAS: PZ\_001  
 FECHA DE INGRESO: 27 - 11 - 2023  
 FECHA DEL INFORME: 27 - 11 - 2023  
 ASESOR:

| Parámetros | Dimensional | Valor         | LMA*          | LMP*      |
|------------|-------------|---------------|---------------|-----------|
| pH         |             | 7.4           | 7.0 - 7.5     | 5.5 - 9.0 |
| C.S        | mohms/cm    | 0.39          | -             | < 1500    |
| Dureza     | mg/l CaCO3  | 43.3          | 100.0         | 500.0     |
| Turbiedad  | NTU         | < 5.00        | 5.0           | 15.0      |
| Olor       |             | No Rechazable | No Rechazable | -         |
| Color      | UPTCo.      | < 1.00        | -             | 15.00     |

| Elemento  | Dimensional | Valor  | LMA*  | LMP*    |
|-----------|-------------|--------|-------|---------|
| Nitrato   | mg/L NO3    | 3.10   | -     | 50.00** |
| calcio    | mg/L Ca     | 10.30  | 24.30 | 24.30   |
| Magnesio  | mg/L Mg     | 4.27   | 40.00 | 40.00   |
| Cobre     | mg/L Cu     | < 0.02 | 1.50  | 2.00    |
| Zinc      | mg/L Zn     | 0.03   | 2.50  | 3.00    |
| Manganeso | mg/L Mn     | 0.01   | 0.05  | 0.40    |

\*Con base en la Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, modificatoria del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM La categoría de nuestra muestra de Agua del sector de Pillao Matao reúne las características para ser de categoría:

**A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.** Entiéndase como aquellas aguas, que por sus características de calidad reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

| PARAMETRO | UNC | Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable |   |   |
|-----------|-----|--|---|---|
|           |     | A1   | A2  | A3  |
|           |     | Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección            | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional | Aguas que pueden ser potabilizadas con Tratamiento Avanzado |

-Límite Máximo Admisible (LMA\*): Es el valor referencial de la concentración de característica de agua, arriba del cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial sin que implique un daño a la salud de consumidor

- Límite Máximo Permissible (LMP\*): Es el valor de la concentración de cualquier característico de agua, arriba del cual el agua no es adecuada para el consumo humano, presentando ya daño al consumidor.

mohms/cm = milimhos por centímetro

NTU = Unidades de Nefelométricas de turbidez

\*\* OMS. Guía para la calidad del Agua Potable, datos referenciales utilizados como LMP