

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD DEL
CONCRETO F’C=280 KG/CM² CON
IMPERMEABILIZANTE SIKA®-1, EMPLEADO EN
RESERVORIOS TRUJILLO, LA LIBERTAD 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Jose Enrique Campos Campos

Asesor:

Mg. Ing. Eduar José Rodríguez Beltrán

<https://orcid.org/0000-0002-9289-9732>

Trujillo - Perú

2022

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez
	Nombre y Apellidos

Jurado 2	Gonzalo Hugo Diaz García
	Nombre y Apellidos

Jurado 3	Nixon Brayan Peche Melo
	Nombre y Apellidos

INFORME DE SIMILITUD

EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO $f'c=280 \text{ KGCM}^2$ CON IMPERMEABILIZANTE SIKA®-1, EMPLEADO EN RESERVORIOS TRUJILLO, LA LIBERTAD 2022 - TURNITIN

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to uni Trabajo del estudiante	<1%

DEDICATORIA

A mis padres, hermanos, y mi hermosa familia, por ser el soporte de mis éxitos y tropiezos, por enseñarme que están siempre allí en los mejores y peores momentos. Para mi guerrera, mi hermosa hija, por siempre ser mi motor y motivo, por inspirarme a ser una persona cada vez mejor, ser su guía y ejemplo.

AGRADECIMIENTO

A mis docentes que sin ellos no se podría haber incentivado el sentido de la investigación, por brindarnos las mejores pautas, para poder crecer personal y profesionalmente.

Agradezco de manera muy especial al Ing. Eduar Rodriguez por su contante apoyo en el desarrollo de mi trabajo de investigación.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN.....	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Marco Teórico	23
1.3. Formulación del problema.....	40
1.4. Objetivos.....	41
1.5. Hipótesis.....	41
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	43
2.1. Enfoque, nivel, alcance y diseño de la Investigación	44
2.2. Población de estudio.....	46
2.3. Muestra de estudio.....	47
2.4. Variables.....	47
2.5. Materiales, instrumentos, métodos	48

2.6.	Procedimiento.....	52
2.7.	Procedimiento de análisis de datos.....	80
2.8.	Aspectos éticos.....	80
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....		82
3.1.	Caracterización de los agregados.....	82
3.2.	Diseño de mezcla – ACI 211.....	85
3.3.	Vacíos permeables.....	98
3.4.	Propiedades físicas y mecánicas del concreto.....	100
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....		107
4.1.	Discusión de resultados.....	107
4.2.	Conclusiones.....	109
4.3.	Recomendaciones.....	110
REFERENCIAS.....		111
ANEXOS.....		115

Índice de tablas

Tabla 1. Tamaño muestral para ensayo de porcentaje de vacíos	50
Tabla 2. Tamaño muestral para ensayo de compresión	51
Tabla 3. Tamaño muestral para ensayo de flexión	51
Tabla 4. Granulometría del A.Fino	82
Tabla 5. Caracterización del agregado fino	83
Tabla 6. Granulometría - A. Grueso	83
Tabla 7. Caracterización del agregado grueso	84
Tabla 8. Volumen unitario de agua para un m ³ de concreto	86
Tabla 9. Relación a/c.....	87
Tabla 10. Peso de AG para un m ³ de concreto.....	89
Tabla 11. Volumen absoluto de los materiales	90
Tabla 12. Volúmenes absolutos de los materiales	91
Tabla 13. Dosificación de concreto patrón	93
Tabla 14. Dosificación de concreto + 2% Sika®-1	93
Tabla 15. Dosificación de concreto + 3% Sika®-1	94
Tabla 16. Dosificación de concreto + 4% Sika®-1	94
Tabla 17. Dosificación por cada espécimen cilíndrico para ensayo de resistencia a la compresión a 28 días.....	95
Tabla 18. Dosificación de especímenes cilíndricos para determinar porcentaje de vacíos en el concreto.....	96
Tabla 19. Dosificación por cada espécimen prismático para ensayo de resistencia a la flexión a 28 días	97
Tabla 20. Resultados del ensayo normalizado para determinar el porcentaje(%) de vacíos permeables en el concreto.....	98
Tabla 21. Resultados de la prueba de asentamiento	100
Tabla 22. Temperatura del concreto en estado fresco.....	101
Tabla 23. Peso unitario del concreto en estado fresco	102
Tabla 24. Resistencia a la compresión en las probetas de concreto.....	103
Tabla 25. Resistencia a la flexión en las vigas de concreto	105

Índice de figuras

Figura 1. Componentes del concreto	24
Figura 2. Usos del cemento.....	25
Figura 3. Proceso de elaboración del Clinker	26
Figura 4. Proceso de fabricación del cemento	27
Figura 5. Impermeabilización del concreto	30
Figura 6. Presentaciones del aditivo SIKA®-1.....	31
Figura 7. Estructuras expuestas al ataque de sulfatos	33
Figura 8. Asentamiento del concreto	35
Figura 9. Rotura de probeta de 6"x12"	37
Figura 10. Ensayo de flexión en especímenes prismáticos.....	38
Figura 11. Organizador visual del proyecto.....	43
Figura 12. Esquema de diseño de investigación	46
Figura 13. Moldes de probetas de cilíndricas	48
Figura 14. Moldes prismáticas.....	49
Figura 15. Organizador visual del procedimiento.....	52
Figura 16. Ubicación de cantera	53
Figura 17. Procedimiento para granulometría del agregado grueso	55
Figura 18. Procedimiento para granulometría del agregado fino	56
Figura 19. Procedimiento para ensayo de contenido de humedad de agregados.....	58
Figura 20. Procedimiento para ensayo de PU de agregados	61
Figura 21. Procedimiento para ensayo de PE del agregado grueso	63
Figura 22. Procedimiento para ensayo de PE del agregado fino	65
Figura 23. Procedimiento para elaboración de especímenes	70
Figura 24. Procedimiento para ensayo de peso unitario de la mezcla	72
Figura 25. Procedimiento para ensayo de asentamiento del concreto	74
Figura 26. Procedimiento para determinar la temperatura.....	75
Figura 27. Procedimiento para ensayo de resistencia a la compresión($f'c$).....	77
Figura 28. Procedimiento para ensayo de resistencia a la flexión	78

Figura 29. Curva granulométrica – A.Fino	82
Figura 30. Curva granulométrica – A.Grueso.....	83
Figura 31. Gráfico de la absorción de agua y porcentaje(%) de vacíos de las muestras de concreto.....	99
Figura 32. Asentamiento vs % de Adición	100
Figura 33. $f'c$ vs % de Adición	104
Figura 34. Gráfico de resultados de módulo de rotura obtenidos en flexión de las muestras de concreto.....	106

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la permeabilidad del concreto $f'c=280$ kg/cm² con Impermeabilizante Sika®-1 empleado en reservorios Trujillo, La Libertad 2022, es de tipo explicativa, diseño experimental y enfoque cualitativo. Se recolectaron datos para su análisis entre ellos: la caracterización de agregados, diseño de mezcla por el método del ACI, evaluación de las propiedades físicas del concreto en estado fresco y mecánicas en estado endurecido siendo un total de 24 especímenes cilíndricos y 8 prismáticos. A los 28 días, mediante el ensayo de resistencia a la compresión se obtuvo como resultado que para una adición de 2% Sika®-1, llega a 295.85 kg/cm² teniendo un aumento del 2.42% con respecto a la muestra patrón mientras que con adición del 3% y 4% tuvo una reducción del 10.21% y 19.91% en su resistencia. Para el ensayo de módulo de rotura con adiciones de 2%; 3% y 4% de Sika®-1, se obtuvo un mejor resultado al 4%, alcanzando hasta 40.08 kg/cm² y mediante el ensayo para determinar la absorción, densidad y porcentaje de vacíos en concreto, se obtuvo una mayor disminución de vacíos permeables al 4% de Sika®-1. Concluyendo que el aditivo Sika®-1 mejora significativamente la impermeabilidad del concreto $f'c$ 280 kg/cm².

PALABRAS CLAVES: Impermeabilizante, Concreto, Reservorio y Permeabilidad.

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the permeability of concrete $f'_c=280$ kg/cm² with Sika®-1 waterproofing agent used in reservoirs in Trujillo, La Libertad 2022, it is an explanatory type, experimental design and qualitative approach. Data were collected for analysis, including: aggregate characterization, mix design by the ACI method, evaluation of the physical properties of the concrete in the fresh state and mechanical properties in the hardened state, with a total of 24 cylindrical and 8 prismatic specimens. At 28 days, the compressive strength test showed that for an addition of 2% Sika®-1, it reached 295.85 kg/cm², with an increase of 2.42% with respect to the standard sample, while with an addition of 3% and 4% it had a reduction of 10.21% and 19.91% in its strength. For the modulus of rupture test with additions of 2%; 3% and 4% of Sika®-1, a better result was obtained at 4%, reaching up to 40.08 kg/cm² and by means of the Test method to determine density, absorption, and voids in hardened concrete, a greater reduction of permeable voids was obtained at 4% of Sika®-1. It was concluded that Sika®-1 admixture significantly improves the impermeability of concrete f'_c 280 kg/cm².

KEY WORDS: Waterproofing, Concrete, Reservoir and Permeability.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad se ha visto un cambio en los materiales utilizados en las edificaciones como, por ejemplo, el adobe, que fue uno de los materiales más usados en el siglo pasado, actualmente sustituido por el concreto, material que se produce por la integración de cemento, agua, agregados, y aditivos, esto conlleva a conocer un poco más sobre las aplicaciones de este material, teniendo en cuenta el impacto ambiental y la durabilidad de las estructuras (INEI, 2017). Considerando las propiedades físicas y mecánicas del concreto, se vuelve uno de los materiales más empleado en la construcción de casas, reservorios, vías de transporte, irrigación, entre otros.

Según (Rodríguez Villacís, 2016) es necesario realizar una caracterización a los agregados que se emplean en la elaboración de mezclas de concreto, por lo que permite obtener las propiedades físicas y mecánicas del concreto, así mismo, los agregados representan un 75% de materiales empleados para la elaboración del concreto, estos tienen un control en el cambio volumétrico del concreto durante el proceso de endurecimiento, evitando fisuras y grietas, que pueden afectar la resistencia del concreto. Por ello es importantes realizar previamente los siguientes ensayos: ensayo de análisis granulométrico se determinara el módulo de finura(MF), mediante el ensayo peso unitario y vacío se determina el peso unitario suelto seco(PUSS) y compactado seco(PUCS), así como también el porcentaje de vacíos (%), mediante el ensayo de peso específico(PE) y absorción (%) se determinara la densidad y la absorción de cada uno de los agregados, mediante el ensayo de contenido de humedad se determina el porcentaje (%) de humedad del agregado grueso y fino. Estos valores son relevantes durante la elaboración del diseño de mezcla puesto que ayudan a determinar la cantidad de agua que se debe agregar a la

dosificación teniendo en cuenta el aporte de cada agregado. Los especímenes de concreto pasan por un proceso de curado para realizar el ensayo de resistencia a la compresión dependiendo a las distintas edades que indica la norma de 7, 14 y 28 días.

Según (Cruz León & Medina Romero, 2019), el componente más aprovechable a nivel mundial es el concreto y se explica gracias a la mezcla de agua, cemento y agregados, siendo importante su caracterización para obtener la resistencia requerida establecida en el diseño de mezcla.

Los reservorios son estructuras contenedoras de líquidos de gran importancia para la población debido a su rol fundamental de suministrar agua potable. Existen tres tipos de reservorios: subterráneos o parcialmente enterrados, apoyados y elevados, que son empleados según la necesidad del servicio y las condiciones del terreno donde se ubicará. (Gómez de la Torre, 2017). Los reservorios apoyados los podemos encontrar en forma circular y rectangular, mayormente elaborados directamente sobre el suelo; los reservorios elevados pueden tener apariencia esférica, cilíndrica o rectangular y son cimentados en columnas, torres, pilotes, entre otros.

Con respecto al diseño de los reservorios, los más usados son los rectangulares y circulares, donde los circulares presentan mayor ventaja para las presiones internas (Orihuela & Sánchez, 2016). Siendo esencial determinar el volumen útil que almacenará la estructura para así poder definir la forma, dimensiones del reservorio y el tipo de concreto empleado.

Durante los últimos años la ciudad de Trujillo ha presentado un grave problema con respecto al acceso del agua potable, esto sucede en diferentes distritos de la ciudad y siendo los más afectados los asentamientos humanos. Debido a ello, la problemática abarca alternativas de solución como la construcción de pozos y/o reservorios de agua con un mayor periodo de

vida útil, siendo estos afectados debido al clima, cercanía a ríos y/o playas, procesos constructivos, entre otros. (Correo, 2023).

(Alba Cruz et al., 2013) nos menciona la importancia de contar con un concreto impermeable para alargar la vida útil del concreto, como velar por la salud pública, ya que las filtraciones generan focos de humedad y se presentan en climas cálidos. Otro factor a tener en cuenta es la presencia de cloruros y sulfatos que originan el deterioro del concreto y el acero, por lo tanto, es necesario investigar sobre medios de bajo costo para proteger a los concretos haciéndolo impermeables a base de aditivos.

Por lo cual, resulta de gran importancia la elección de un concreto resistente y de baja permeabilidad y se plantea en esta investigación evaluar un concreto $f'c=280$ kg/cm² con aditivo impermeabilizante aplicado en reservorios y/o estructuras expuestas a humedad, mediante ensayos experimentales se determinó la influencia del aditivo en las propiedades físico y mecánico del concreto.

1.1.1. Antecedentes

Según (Rodríguez, 2015) en su tesis para Obtención de grado, “Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil”, evalúa el comportamiento del concreto adicionando aditivos impermeabilizantes por cristalización frente a los métodos tradicionales y la impermeabilización externa. Por lo tanto, al comparar ambos métodos para determinar la impermeabilidad se tuvo los resultados del ensayo de resistencia a la compresión donde las muestras con 1% de cristales, reduce su resistencia al pasar los días de curado y en las muestras al 5% se mantiene continuo en los 14 y 28 días, si bien los aditivos se utilizan para disminuir la permeabilidad, es la resistencia a la compresión del concreto la que sufre una disminución significativa. Asimismo, los aditivos de impermeabilización externa

son sugeridos para el revestimiento y conservación del hormigón, mientras que los aditivos impermeables por cristalización suelen aportar en el sellado de fisuras, estos pueden presentar desventajas, debido a que son solo soluciones temporales, adicional al valor muy alto que tiene este producto.

Según (Rodríguez Villacís, 2016) en su estudio para obtención de grado, “Estudio de Hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante”, donde se realizó un análisis de impermeabilidad al hormigón con diferentes resistencias $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=240$ kg/cm² con una dosificación del 2% de aditivo impermeabilizante, elaborando los especímenes con los agregados de la zona y el aditivo para analizar las propiedades mecánicas y la permeabilidad. Los investigadores para determinar la permeabilidad usaron 3 testigos de concreto para cada una de las resistencias y emplearon la norma europea UNE-EN 12390-8, debido a que no se contaba con una normativa nacional. Así mismo, como resultado se obtuvo que la resistencia de 210 kg/cm² con aditivo impermeabilizante al 2% del peso de cemento, tuvo una penetración media de 14 mm y una máxima de 18 mm. Por otro lado, la resistencia de 240 kg/cm² con 2% de aditivo, tuvo una penetración de agua a presión media de 14 mm y una máxima de 15 mm.

Según (Benites Bacilio & Moreno Carranza, 2018) en su estudio para obtención de grado, “Influencia de los aditivos SIKA WT-100, SIKA 1 líquido y SIKA 1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto, Trujillo, 2018”, esta investigación evaluó la influencia de los aditivos impermeabilizantes, en sus presentación líquidas y en polvo, en las propiedades de un concreto de resistencia 210kg/cm². Posterior al análisis de agregados, se elaboró el diseño de mezcla para cada una de las proporciones consideradas. Se empleó el aditivo Sika WT-100 en una proporción del 2 % con respecto al peso del cemento, por otro lado el aditivo Sika 1 en su presentación líquida se empleó en un 2%, 3% y 4 % respecto al

peso del cemento; entre tanto, el aditivo Sika 1 en su presentación en polvo se adicionó considerando las indicaciones de la ficha técnica del aditivo donde se indica que por cada kilogramo de aditivo se deberá emplear una bolsa de cemento. Se prepararon 60 testigos cilíndricos de dimensiones 6"x12" para el ensayo de resistencia a la compresión las cuales fueron ensayadas en tres fechas de curado. A los 28 días de curado se tuvo como resultado que el concreto patrón tuvo una resistencia de 211kg/cm², mientras que el concreto con aditivo Sika 1 en su presentación líquida en la proporción del 2% obtuvo una resistencia de 242kg/cm², en la proporción del 3% obtuvo una resistencia de 231kg/cm², en la proporción del 4% obtuvo una resistencia de 228kg/cm², el concreto con aditivo Sika WT-100 obtuvo una resistencia de 252kg/cm², seguido por el concreto con aditivo Sika 1 en su presentación en polvo el cual obtuvo una resistencia de 250kg/cm². Para realizar el ensayo de permeabilidad se elaboraron 12 testigos cilíndricos de 6"x12" determinándose que el concreto con aditivo Sika WT-100 obtuvo mejores resultados en comparación del resto de porcentajes, seguido por el concreto con aditivo Sika 1 en su presentación en polvo, siendo el concreto patrón el que obtuvo el valor de penetración más alto en comparación al resto de proporciones. Por lo tanto, se concluye que el aditivo Sika WT-100 proporciona una mayor permeabilidad cumpliendo de esa manera con la hipótesis planteada en la investigación.

Según (Peche Melo, 2018) en su estudio para obtención de grado, "Influencia de la dosificación, el porcentaje y tipo de impermeabilizante sobre la absorción, permeabilidad y compresión en morteros en enlucido, Trujillo 2018", se centra en evaluar la influencia de los aditivos impermeabilizantes de las marcas Sika y Chema, los cuales serán adicionados en los morteros con distintas dosificaciones de relación a/c y cemento/arena. Las dosificaciones empleadas las siguientes: de c:a 1/3 y 1/4; la relación A/C 0.5 y 0.6. Los aditivos empleados estuvieron en presentaciones en polvo y líquido, adicionándose en 0.3%, 0.6%, 0.9% y 1.2%

de aditivo. Para elaborar la mezcla de concreto se ha empleado agregado extraído de la cantera El Milagro. Mediante los ensayos realizados a las probetas patrón se obtuvieron como resultados una resistencia de 189kg/cm^2 , absorción 8.8% y permeabilidad 2.0L/h/m^2 . Para el concreto con la proporción de c:a 1:3, A/C 0.5 y con la adición del aditivo Chema 1 en polvo en su proporción del 0.90%, se obtuvo una resistencia de 211kg/cm^2 , absorción 5.6% y una permeabilidad 0.8L/h/m^2 . Teniendo una mejora del 12% en su resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón, la absorción del concreto disminuyó un 36% con respecto al concreto patrón y la permeabilidad del concreto disminuyó en un 36% con respecto al concreto patrón. Por lo tanto, se concluye el aditivo Chema 1 en su presentación en polvo aplicado en morteros disminuye las propiedades de absorción y permeabilidad, sin embargo, logra un aumento de su resistencia a la compresión incrementado con ello su durabilidad en el tiempo.

Según (Cruz León & Medina Romero, 2019) en su estudio para obtención de grado, “Influencia de la relación agua – cemento, tipo de aditivo impermeabilizante y de cemento en la resistencia a compresión y para la permeabilidad en un concreto estructuras hidráulicas, Trujillo, 2018”. Esta investigación evalúa la influencia de la relación agua/cemento, aditivos impermeabilizantes y dos tipos de cemento portland en las mezclas de concreto para estructuras hidráulicas, enfocándose en las propiedades de permeabilidad y de resistencia a la compresión. Se ha empleado las relaciones de agua/cemento 0.50, 0.55 y 0.65; Cemento Portland tipo MS e Ico; los aditivos en su presentación líquida Chema 1 al 4.5%, Sika 1 al 4% y Zeta 1 al 2% con respecto al peso del cemento. Los investigadores han determinado que el concreto se elabore con una relación a/c de 0.55, cemento portland compuesto tipo Ico y adicionando aditivos impermeabilizantes disminuyen la capacidad de absorción del concreto en un 70% con respecto a la muestra patrón. Por otro lado, empleando el cemento tipo MS logra disminuir la capacidad de absorción del concreto en un 65% respecto al concreto patrón. Concluyendo, que

el diseño de concreto que tiene una mayor disminución en la capacidad de absorción es en la relación a/c 0.55, utilizando aditivo Chema 1 reduciendo su absorción en un 67.43% con respecto a la muestra patrón.

Según (Castañeda Chilón, 2021) en su estudio para obtención de grado, “Efecto del aditivo SikaCem Impermeable y Sika WT-100 en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para cimentación”, se evalúa la influencia de los aditivos SikaCem y Sika WT-100 en las propiedades del concreto, enfocando su investigación en concretos de baja permeabilidad para cimentación, Las dosificaciones que tuvo para el aditivo SikaCem Impermeabilizante fueron de 2% y 3%, mientras que para el aditivo Sika WT-100 el porcentaje que utilizó fue de 2%, realizando un total de 52 muestras cilindras de diferentes edades como 7,14 y 28 días de curado, lo cual fueron sometidos a ensayos de laboratorio para determinar su impermeabilidad y su resistencia a la compresión. Por lo tanto, el concreto procesado con el aditivo Sika WT-100 al 2%, consiguió superiores resultados, adquiriendo una resistencia a los 7 días de 422kg/cm², a los 14 días 411kg/cm², y a los 28 días 423kg/cm² de curado, obteniendo un promedio de 419kg/cm² y una permeabilidad de 14.06 mm, hallándose dentro del rango permitido como >30 mm máximo para una permeabilidad baja; Por otro lado, el aditivo SikaCem al 2% y 3% presento menor resultado en su resistencia a la compresión y siendo muy permeable con resultados de 26.12 mm y 20.76 mm. Por consecuencia se recomienda utilizar en las dosificaciones el Sika WT-100 al 2% para obtener mejores resultados en permeabilidad y resistencia a la compresión.

Según (Reyner Vicente, 2022) en su estudio para obtención de grado, “Influencia de los aditivos impermeabilizantes en la resistencia a la compresión y succión capilar para concretos de baja permeabilidad, Trujillo 2022”, esta investigación tiene como objetivo evaluar la influencia de los aditivos Sika 1 y SikaCem en las propiedades del concreto. Enfocando su

investigación en concretos de baja permeabilidad, por ello las dosificaciones que se tuvieron fueron para el aditivo Sika 1 en forma líquida en porcentajes de 0%, 1%, 2%, 3% y 4%, asimismo para el aditivo SikaCem Impermeable los porcentajes fueron de 0%, 1%, 2%, 3% y 4%, por lo cual se elaboraron un total de 99 probetas cilíndricas de diferentes proporciones. Posterior a la caracterización de los agregados, se realizó el diseño de mezcla y se determinó una relación a/c 0.50 correspondientes al concreto patrón y los diversos porcentajes de Sika 1 en presentación líquida y SikaCem Impermeable se realizaron testigos para diferentes edades 3, 7 y 28 días de curado. Mediante los ensayos de laboratorio, se determinó que la incorporación del Sika1 en presentación líquida al 3%, obtuvo una resistencia de 281kg/cm², la incorporación del aditivo Sika1 en presentación líquida al 2%, obtuvo una resistencia de 241kg/cm², la incorporación del aditivo Sika1 en presentación líquida al 1%, obtuvo una resistencia de 259/cm², la incorporación del aditivo Sika1 en presentación líquida al 4%, obtuvo una resistencia de 204kg/cm², por otro lado la incorporación del aditivo SikaCem en presentación líquida al 4 % obtuvo una resistencia de 239kg/cm², al 3% obtuvo una resistencia de 248kg/cm², al 2% obtuvo una resistencia de 249kg/cm², 1% obtuvo una resistencia de 269kg/cm², el concreto patrón obtuvo una resistencia de 258kg/cm². Mediante el ensayo de succión capilar se determinó que la proporción del 4% de aditivo Sikacem plastificante ha obtenido resultados menores en la propiedad de absorción del concreto.

Según (Barranca Sáenz, 2019) en su estudio para obtención de grado, “Análisis de la impermeabilidad de un concreto con el uso de un aditivo Chemaplast Impermeabilizante aplicando en los reservorios”, centra su investigación en dos tipos de concreto con el fin de determinar la impermeabilidad en diferentes resistencias a la compresión de 280kg/cm² y 315kg/cm², empleándose la tabla 4.4 de la norma E.060 para determinar el grado de exposición a sulfatos, se empleó la NTP 339.187 para determinar el volumen de vacíos, por el cual se

elaboraron 160 especímenes cilíndricos para el ensayo de resistencia a la compresión y 16 testigos para el ensayo de penetración de agua, siendo un total de 176 probetas elaborados con diferentes dosificaciones de aditivo Chemaplast Impermeabilizante a 145 ml/bls, 360 ml/bls y 600 ml/bls de cemento, demostrando en sus resultados que para el ensayo de penetración de agua, tiene un aumento en sus valores de la impermeabilidad tanto para el concreto de 280kg/cm² y 315kg/cm² agregado las diversas dosis de cemento y aditivo, lo cual muestra que a mayor cantidad de aditivo se disminuye la penetración, logrando una reducción del porcentaje de vacíos y aumentando la impermeabilidad.

Según (Fernández Bello & Huamán Quispe, 2019) en su tesis para obtención de grado, “Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², Carapongo, Lurigancho, Lima 2019”, evalúan la influencia del aditivo impermeabilizante Aquafin Ic Admix cuya propiedad es la cristalización para reducir la permeabilidad del concreto y mejorar su resistencia a la compresión. Realizaron los siguientes ensayos de caracterización de los agregados, diseño de mezcla con cemento sol tipo I donde para determinar las propiedades del concreto se elaboraron 36 probetas de concreto para estimar la resistencia a la compresión en diversos periodos de curado y con relación al ensayo de permeabilidad se elaboraron 4 probetas a 28 días de curado. En conclusión, se determinó que el aditivo Aquafin Ic Admix al 1% incrementa su propiedad de resistencia la compresión en un 17% en comparación de la muestra patrón, respecto al porcentaje de absorción al adicionar 3% de aditivo impermeabilizante disminuye en un 36% en relación a la muestra patrón.

(Sudario Salazar, 2018) en su estudio “Evaluación de la incorporación del aditivo SikaCem impermeable en un concreto $f'c= 280$ kg/cm² elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018”, esta investigación evalúa la influencia del aditivo en el concreto en las

propiedades físicas y mecánicas, donde se elaboró un total de 45 especímenes incluyendo aditivo SikaCem impermeable al 2% y 3% con respecto al peso del cemento; para el ensayo de resistencia de compresión se tuvo un curado de 7,14,21 y 28 días pero para el ensayo de permeabilidad se tuvo un curado de 28 días. Con los ensayos se puede determinar que la adición del aditivo SikaCem impermeable tuvo buenos resultados, donde la muestra patrón obtuvo un 100% en su resistencia óptima para los 7, 14, 21 y 28 días mientras que con adición del 2% de aditivo a los 7 días supera en un 14 % en su resistencia promedio, a los 14 y 21 días supera en un 1%, a los 28 días se mantiene igual que la resistencia del concreto patrón; así mismo con adición del 3% a los 7 días supera en un 17% en su resistencia promedio, a los 14 y 21 días supera en un 7% y a los 28 días supera en un 3% en su resistencia con respecto a la muestra patrón, indicándonos que la adición del aditivo SikaCem impermeabilizante incrementa la resistencia a la compresión. Por otro lado, para el ensayo de permeabilidad se puede decir que reduce favorablemente la permeabilidad en la muestra con 2% de aditivo presento un coeficiente de permeabilidad de 3.3683×10^{-8} m/s, y la muestra patrón presento 4.0214×10^{-8} m/s, se obtiene una disminución de 16%, en cambio con la muestra con 3% de aditivo presento un coeficiente de permeabilidad de 2.8469×10^{-8} m/s y comparado con la muestra patrón se obtiene una disminución del 29% de permeabilidad con un curado a los 28 días.

En consecuencia, en esta investigación se evaluará la permeabilidad del concreto $f'c=280$ kg/cm² con impermeabilizante Sika – 1 empleándose en reservorios, en efecto se realizarán ensayos adicionando 2%, 3% y 4% de aditivo con respecto al peso del cemento para un curado de 28 días.

1.2. Marco Teórico

a) Concreto

Para (Andrade Cordova & Becerra Romero, 2020) el concreto es la mezcla de cemento, agregados y agua en proporciones diversas que lo dotan de diferentes características según la necesidad del proyecto. El concreto presenta una gran resistencia a fuerzas de compresión, pero muestra debilidad a fuerzas de tensión, debido a esto se emplean barras de acero que aportaran en la resistencia a la tensión, a esta combinación se le conoce como concreto armado. El concreto es empleado en múltiples estructuras como columnas, vigas, cimentaciones, canales, reservorios, entre otros.

Según (Yura, 2022) para las mezclas de concreto se debe considerar las características del ambiente y/o exposición y a partir de ello realizar el diseño del concreto con los parámetros adecuados, además el concreto de acuerdo a las necesidades del proyecto se pueden agregar aditivos y/o reemplazo de algunos componentes en proporciones diversas, cada una de estas variaciones se comportará diferente, modificando sus características según su empleabilidad.

b) Componentes del concreto

Figura 1.

Componentes del concreto



Para (Yura, 2022) La calidad de los componentes influyen directamente en las propiedades de las mezclas de concreto.

✓ **Agregado fino**

(Yura, 2022) lo define como el material que ha pasado por un proceso de desintegración de forma natural o fabricada artificialmente de las rocas. El agregado deberá satisfacer las especificaciones técnicas de la NTP 400.037 y ASTM C33.

✓ **Agregado Grueso**

(Yura, 2022) define al agregado grueso como la roca triturada o desintegrada de las rocas, retenida en el Tamiz N° 4, estas pueden ser naturales o artificiales. Se clasifican como grava y piedra triturada o chancada. Su explotación se realiza generalmente en las canteras, orillas de los ríos que se han depositado en forma natural. La piedra se obtiene por trituración

y su proceso es por chancado. El agregado deberá acatar con las especificaciones técnicas de la NTP 400.037 y ASTM C33.

✓ Agua para mezcla de concreto

(BROOKS & NEVILLE, 1998) indican que la calidad del agua es un factor importante a considerar durante la elaboración del concreto. Acorde con diversos autores el agua apta para consumo humano es la idónea para su utilización en las mezclas de concreto, debido a que es poco probable que presente sólidos disueltos por encima de las 2000 ppm. El pH del agua deberá estar entre 5.5 y 8 acorde con la NTP 339.088.

✓ Cemento

Según (Paco Armestar, 2021) es un componente polvificado, cuando este componente entra en contacto con el agua se hidrata, formando una pasta que se endurece con el tiempo, obteniendo propiedades similares a una roca de alta resistencia. Es uno de los mejores materiales aglomerantes para obras civiles, arquitectónicas o mineras.

Figura 2.

Usos del cemento



Nota: En la figura se distingue la aplicación del cemento.

✓ Tipos de cemento

Los cementos portland tienen una composición de Clinker más yeso en proporciones mayores a 5% dejando un 5% máximo de caliza. Los tipos en esta categoría son:

- Tipo I, para concretos de uso general.
- Tipo II, para concretos con una resistencia a sulfatos (SO₄) moderada
- Tipo III, para concretos que deberán desarrollar una rápida resistencia inicial, fraguado rápido.
- Tipo IV, para concretos que requerirán un fraguado lento, empleado en obras civiles de gran envergadura.
- Tipo V, para concretos con una resistencia a sulfatos (SO₄) elevada.

✓ Cemento portland

Según la NTP 334.090, es una combinación de caliza, arcillas, óxido de hierro pulverizado calcinadas a una temperatura de 1540°C.

Figura 3.

Cemento Portland

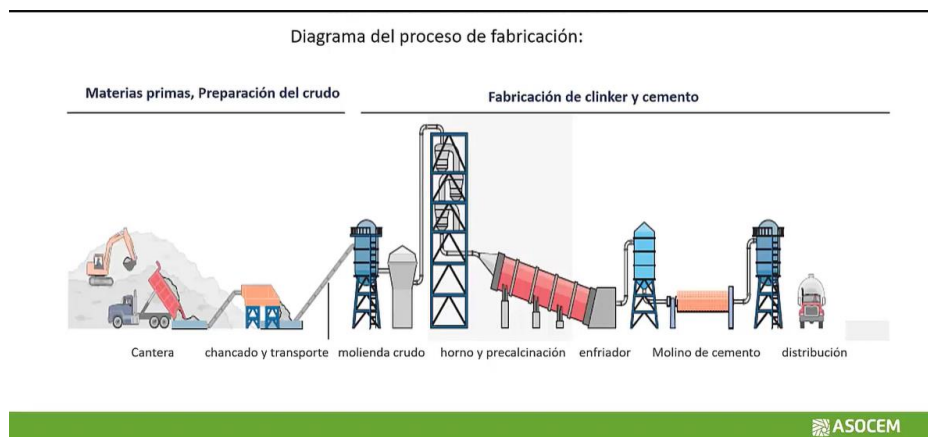


Nota: En la imagen se puede apreciar una muestra de cemento portland posterior a todo el proceso de obtención y fabricación.

En la NTP 334.090 indican las condiciones que deben tener los cementos Portland adicionados, en sus aplicaciones generales y especiales ya sean haciendo uso de escoria, puzolana, caliza o alguna combinación.

Figura 4.

Proceso de fabricación del cemento



Nota. En la figura 3, podemos observar el curso de fabricación del cemento, desde la extracción de la materia prima y posterior a ello su transporte hacia las fábricas donde se procesa y luego se distribuye al público. Fuente: ASOCEM

c) Curado del concreto

Según (Durand & Salazar, 2021), posterior al vaciado y desencofrado del concreto se deberá realizar el proceso de curado, el cual consiste en mantener húmedo el concreto durante un periodo determinado de días posterior al vaciado de la mezcla. Con la finalidad de que no se produzcan fisuras o agrietamientos en el concreto.

De realizar mal este proceso se puede ver afecta la resistencia del concreto, con una posibilidad de perder hasta un 30% de la resistencia de diseño. El concreto puede alcanzar un 70% de la resistencia de diseño a los 7 días del vaciado, a 14 días puede

alcanzar un 85% y a 28 días el concreto debe haber alcanzado y superado la resistencia de diseño.

El objetivo del curado es mantener al concreto saturado controlando la evaporación del agua. Es importante considerar la temperatura en zonas frías debido a que el proceso de hidratación se retarda, a comparación de zonas de temperatura alta donde el proceso de hidratación es más acelerado.

- Curado con agua, hay varias maneras de curar mediante agua lo importante es mantener hidratado el concreto.
 - Inundación es uno de los métodos más antiguos y empleados en la construcción, este tipo de curado es empleado en losas, azoteas, pisos, entre otros.
 - Aspersión este método es empleado mediante aspersores, permite mantener al concreto saturado.
- Curado mediante aditivos, se emplean compuestos químicos que favorecen en el proceso de curado del concreto, los tipos de aditivos curadores son: a base de cera, acrílico y silicato.

d) Aditivos

El Comité 116R del ACI, lo define como material que se adiciona al concreto antes o durante la preparación de la mezcla, este material adicionado no es agua, agregado, cemento o acero. Estos componentes se adicionan al concreto con la finalidad de mejorar sus propiedades, modificándolas según la necesidad y requerimientos del proyecto. Las ventajas de emplear aditivo son: reducción de costos y mejora de propiedades del concreto. En el mercado existen

múltiples marcas de aditivos, aun cuando los aditivos puedan tener la misma finalidad, la aplicación de estos puede tener una variación significativa. Los aditivos se clasifican en:

- Reductores de agua (Tipo A): Empleado para relaciones a/c bajas, este aditivo lograra que el concreto alcance una consistencia fluida. Mejora la cohesión, trabajabilidad, disminuye la formación de cangrejeras en el concreto, mejora la adherencia entre el acero y concreto.

Estos aditivos pueden ser compatibles

- Retardantes (Tipo B): Empleado para proyectos donde se requiera que el tiempo de fraguado del concreto aumente.
- Acelerante de fraguado (Tipo C): Empleado para proyectos donde se requiera que el tiempo de fraguado del concreto disminuya, es usualmente empleado en climas fríos y para la fabricación de elementos prefabricados. Mejora la resistencia a la compresión a edades tempranas y reduce el tiempo de fraguado.
- Reductor de agua y retardante (Tipo D): Empleado en climas cálidos y para concretos que deban ser vaciados en estructuras de difícil acceso. Mejora la plasticidad, fluidez, aumento del tiempo de fraguado y mejora la resistencia la compresión.
- Reductor de agua y acelerante (Tipo E): Empleado en climas fríos. Mejora la plasticidad, fluidez, reducción del tiempo de fraguado y mejora la resistencia la compresión.
- Reductor de agua de alto rango (Tipo F): Empleado para relaciones a/c bajas, este aditivo lograra que el concreto alcance una consistencia fluida. Este tipo de aditivos es empleado en concretos pretensados y postensados,

así como también para cimentaciones profundas. Mejora la cohesión, trabajabilidad, disminuye la formación de cangrejeras en el concreto, mejora la adherencia entre el acero y concreto.

- Reductor de agua de alto rango y retardante (Tipo G): Empleado para relaciones a/c bajas, este aditivo lograra que el concreto alcance una consistencia fluida, reduce el tiempo de fraguado, empleado en zonas de temperatura de hasta 54°C. Mejora la cohesión, trabajabilidad, disminuye la formación de cangrejeras en el concreto, mejora la adherencia entre el acero y concreto.
- Incorporadores de aire (Tipo AA): Empleado en zonas de heladas, protege al concreto contra ciclos de congelamiento y descongelamiento, mejora la resistencia a sales, sulfatos y cloruros.

e) **Concretos impermeables**

Se define como aquel concreto que inhibe el paso del agua por medio de sus poros, es ampliamente usado en estructuras contenedoras de líquidos como piscinas, tanques elevados, canales, reservorios, entre otros.

Según (Mattio, 2014) existen diversos métodos para impermeabilizar las estructuras de concreto, la utilización de impermeabilizantes integrales que se agregan durante la fabricación del concreto, dando un sello de protección a la matriz de los poros en el concreto. Para estructuras que van a estar sometidas a contacto interno o inmersos en agua, los impermeabilizantes pueden ser una solución ya que estos productos actúan en la protección de estructuras de acero protegiéndolo de la corrosión y aumentando su densidad del concreto,

además forma un sello contra cloruros, disminuyendo los efectos de la carbonatación, entre otros.

Figura 5.

Impermeabilización del concreto



Otras categorías de impermeabilizantes tenemos:

- Recubrimientos Superficiales
- Impermeables Cementicios
- Mortero Cementicio Impermeable
- Mortero Impermeabilizante por Cristalización
- Mortero Impermeabilizante Cementicio Flexible.

f) Aditivo Impermeabilizante

Según (Sika, 2023), el Sika®-1 es un aditivo que tiene presentaciones en polvo y forma líquida, para su empleo en morteros y concretos. Una de las principales cualidades, de este tipo de productos es el bloqueo de los capilares, ya que inhibe el desarrollo de capilaridad del agua en el concreto. Por lo tanto, el efecto que tiene sobre los poros de este sistema a base de cemento es proporcionar una barrera para el agua, evitando la transmisión de agua por los microporos; además que el aditivo Sika®-1 brinda mayor impermeabilidad del mortero / hormigón y su uso

lo hace especial para zonas tropicales y lluviosos, viene listo para ser usado y es de fácil aspersión.

Acorde con la ficha técnica del aditivo la proporción a emplear puede variar entre ambas presentaciones, mientras que en el aditivo Sika®-1 en su presentación líquida se adiciona entre el 1% a 3% con respecto al peso del cemento, el aditivo Sika®-1 en su presentación en polvo se empleara 1kg por cada bolsa de cemento.

Figura 6.

Presentaciones del aditivo SIKA®-1



Nota: el aditivo SIKA®-1 se vende al público en varias presentaciones, siendo la empleada en la investigación la de 4 L.

- Sika®-1 – Presentación líquida

Este aditivo es empleado en morteros de albañilería, soleras, concreto armado, tanques de agua, sótanos, piscinas, alcantarillas, pozos, entre otros.

Mediante el bloqueo de los poros en la mezcla de concreto, proporciona mayor impermeabilidad a las estructuras de concreto.

Entre las características del aditivo se tiene que su densidad es 1.0g/cm³, el color del aditivo es blanco y el contenido total de iones de cloruro es ≤ 0.1 %.

El aditivo se podrá encontrar en las presentaciones de Envases PET x 4 L, balde de 20 L y cilindro de 200 L.

- Sika®-1 – Presentación en polvo

Este aditivo es empleado en morteros de albañilería, soleras, concreto armado, tanques de agua, sótanos, piscinas, alcantarillas, pozos, entre otros.

Mediante el bloqueo de los poros en la mezcla de concreto, proporciona mayor impermeabilidad a las estructuras de concreto, impide eflorescencias salitrosas, formación de caliches y formaciones musgosas.

Entre las características del aditivo se tiene que su densidad es 1.10g/cm³, el color del aditivo es crema y la aplicación de este aditivo será la siguiente por cada 1kg de aditivo se deberá emplear una bolsa de cemento el cual equivale a 42.5kg.

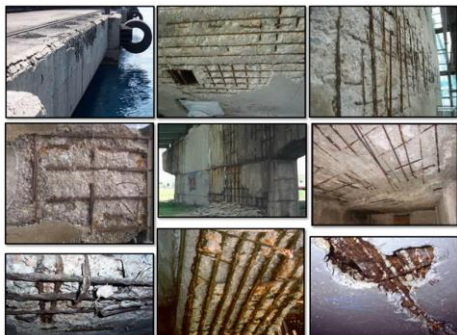
El aditivo se podrá encontrar en las presentaciones de bolsa de 1kg y la caja contendrá 8 unidades de 1 kg.

g) Ataque por sulfatos

Según (Ebensperger, 2023) los cloruros, sulfatos, ciclos de congelamiento y descongelamiento son factores agresivos para el concreto, estos agentes externos ocasionan un deterioro de las estructuras.

Figura 7.

Estructuras expuestas al ataque de sulfatos



Nota: Imágenes extraídas de los artículos publicados por Luis Ebensperger M, 2016.

h) Caracterización de agregados

Según (Andrade Cordova & Becerra Romero, 2020) la caracterización de agregados es una parte importante previa a la elaboración de mezclas de concreto, aquí se podrá determinar las características y el aporte que tendrá cada agregado.

- Análisis Granulométrico

Ensayo empleado para determinar la gradación de los agregados, consiste en emplear una cantidad determinada de muestra seca, la cual pasara por una serie de tamices normados.

- Contenido de humedad

Este ensayo es empleado para determinar la humedad (%) presente en cada uno de los agregados. La definición es el porcentaje agua que contiene una muestra representativa con respecto al peso total.

El contenido de humedad debe determinarse previo a la preparación de la mezcla de concreto, con la finalidad de no alterar la dosificación determinada.

- **Peso específico y porcentaje de absorción de los agregados**

Es empleado para determinar el peso específico del agregado grueso y agregado fino, así como también se determinará el porcentaje de absorción que presentaran los agregados empleados en la elaboración de la mezcla de concreto.

- **Peso unitario**

Ensayo empleado con la finalidad de conocer el peso unitario suelto seco (PUSS) y compactado seco (PUCS), se determinará también el porcentaje de vacíos del agregado.

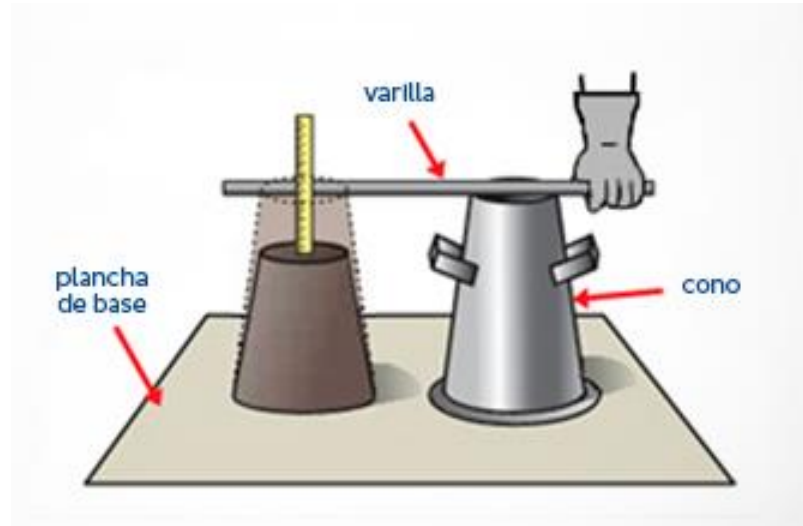
i) Propiedades físicas y mecánicas del concreto

- Asentamiento o trabajabilidad - Slump

Según (CHUMPITAZ OCHOA, 2019) es la propiedad que presenta el concreto en estado fresco, mediante este ensayo se determinara su homogeneidad al momento de ser colocado en obra. Sin embargo, esta propiedad puede alterarse debido a varios factores como la duración del transporte, tamaño del agregado, las formas y texturas de los agregados empleados para la mezcla de concreto, etc. Mediante el ensayo de asentamiento podemos determinar el grado de fluidez de la mezcla de concreto, lo cual puede ser fluida, seca o plástica.

Figura 8.

Asentamiento del concreto



Nota: Extraído de Construyendo Seguro – Blog aceros Arequipa

- Temperatura

Según (Cigueñas Cabrera, 2020) la temperatura deberá ubicarse entre los 15°C y 30°C .

- Peso unitario o Densidad

Para (Cigueñas Cabrera, 2020) el peso del concreto esta expresado en kg sobre una unidad de volumen el cual podrá estar expresada en m^3 o cm^3 .

Para calcular densidad empleamos la siguiente expresión:

$$\text{Densidad} = \frac{W}{V}$$

Donde:

W= peso del concreto(kg)

V= volumen del recipiente (cm^3 o m^3)

- Resistencia a la compresión($f'c$) en testigos cilíndricos

Según(Andrade Cordova & Becerra Romero, 2020) es una propiedad mecánica del concreto, definida como la capacidad de resistir la aplicación de una carga la cual puede estar expresada en kg o kN sobre una unidad de área expresada en cm² o mm². Las unidades más empleadas son kg/cm², MPa y PSI. Se puede considerar como la característica principal al momento de hacer el diseño estructural de una edificación. Las dimensiones de los especímenes son de 4"x8" o de 6"x12".

Figura 9.

Rotura de probeta de 6"x12"



Nota: Imagen tomada en el laboratorio

La resistencia a la compresión de diseño estará en función del tipo y uso de la estructura proyectada. Para calcular la resistencia a la compresión empleamos la siguiente expresión:

$$f'c = \frac{F}{A}$$

Donde:

A= área del espécimen (cm² o mm²)

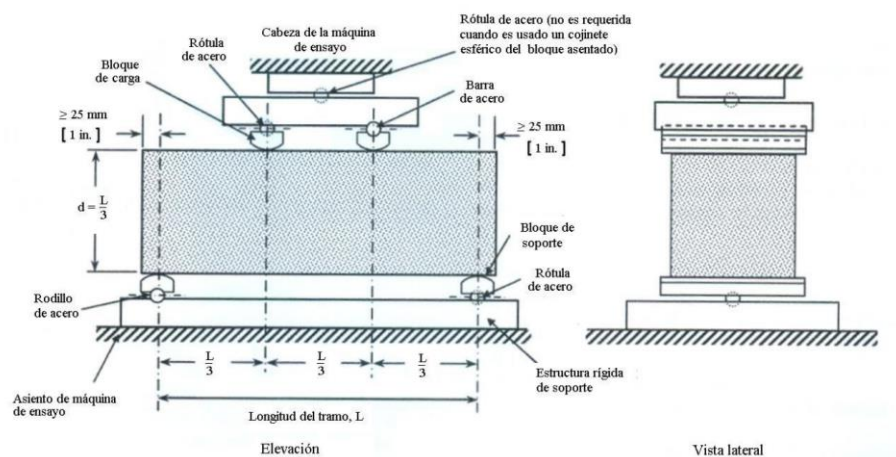
F= Fuerza aplicada al espécimen (kN o kg)

- Resistencia a la flexión (M_r) en especímenes prismático

Acorde a la (NTP 339.078,2013), mediante este ensayo se determinará el módulo de rotura en testigos tipo viga, el cual consiste en la aplicación de cargas a los tercios del tramo. Sus unidades más empleadas son kg/cm^2 , MPa y PSI.

Figura 10.

Ensayo de flexión en especímenes prismáticos



Nota: Imagen extraída de la NTP 339.078

Las dimensiones empleadas para la realización del ensayo son 15x15x51 cm.

Para calcular el módulo de rotura empleamos la siguiente expresión:

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

Donde:

F= Fuerza aplicada al espécimen (kN o kg)

b= ancho del espécimen(mm)

h= altura del espécimen(mm)

a= luz libre del espécimen(mm)

Para la realización del ensayo se deberá marcar previamente la viga, la primera marca se realizará a 1” en ambos extremos de la viga, las otras marcas deberán realizar a 1/3 de la longitud del tramo de la viga.

- Ensayo para determinar el porcentaje de vacíos permeables

Acorde con la NTP 339.187 (2018), para la realización del ensayo se deberá preparar los especímenes. Las muestras de concreto podrán ser de forma cilíndrica, de cualquier forma, o dimensión, pero el volumen de acuerdo a la normativa deberá ser mayor a 350cm^3 o aproximadamente 800g.

Para los cálculos se emplearán las siguientes expresiones:

(A)	• Masa Seca al horno
(B)	• Masa Seca al horno
(C)	• Masa saturada, después de la inmersión
(D)	• Masa saturada, después de la inmersión y hervido
$[(B-A)/A] \times 100$	• Absorción después de la inmersión (%)
$[(C-A)/A] \times 100$	• Absorción después de la inmersión y hervido (%)
$g_1 = [A/(C-D)]$	• Densidad seca (g/cm^3)
$[B/(C-D)]$	• Densidad después de la inmersión (g/cm^3)
$[C / (C - D)]$	• Densidad después de la inmersión y hervido (g/cm^3)
$g_2 = D/(D-A)$	• Densidad aparente (g/cm^3)
$(g_2 - g_1) / g_2$	• Volumen de vacíos permeables (%)

La presente investigación tiene como finalidad aportar mediante ensayos experimentales conocer la influencia que tiene el aditivo Sika®-1 en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. El cual será empleado en estructuras hidráulicas para almacenamiento de agua potable, los resultados obtenidos servirán como una fuente de conocimiento científico para futuras investigaciones. Por lo tanto, la investigación se justifica por la necesidad de evaluar la influencia del aditivo impermeabilizante en las mezclas de concretos empleados en la construcción de reservorios. Además, tiene como justificación social asegurar el óptimo funcionamiento de los reservorios en beneficio de la comunidad, ya que el agua es un recurso indispensable para sostenibilidad de la vida.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

- ¿Cuál sería la evaluación de la permeabilidad del concreto $f'c=280$ kg/cm² con Impermeabilizante Sika®-1 empleado en Reservorios Trujillo, La Libertad 2022?

1.3.2. Problemas específicos

- Problema específico 1: ¿Cuáles son las propiedades físicas de los agregados en la elaboración de la mezcla del concreto $f'c=280$ kg/cm²?
- Problema específico 2: ¿Cuál es el diseño de mezcla para obtener un concreto $f'c=280$ kg/cm²?
- Problema específico 3: ¿Cuál sería la permeabilidad del concreto $f'c=280$ kg/cm², al agregar el 2%, 3% y 4% de aditivo Sika®-1 respecto a la cantidad de cemento?

- Problema específico 4: ¿Cuál sería la variación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280$ kg/cm², al agregar el 2%, 3% y 4% de aditivo Sika®-1 respecto a la cantidad de cemento?

1.4. Objetivos

Evaluar la permeabilidad del concreto $f'c=280$ kg/cm² con Impermeabilizante Sika®-1, empleado en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.

Objetivos específicos:

- Objetivo específico 1: Determinar las propiedades físicas de los agregados en la elaboración de la mezcla del concreto $F'c = 280$ kg/cm².
- Objetivo específico 2: Elaborar el diseño de mezcla para un concreto $F'c = 280$ kg/cm².
- Objetivo específico 3: Determinar la permeabilidad del concreto $F'c = 280$ kg/cm², con el 2%, 3% y 4% de aditivo respecto a la cantidad de cemento.
- Objetivo específico 4: Determinar la variación de las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 280$ kg/cm², con el 2%, 3% y 4% de aditivo respecto a la cantidad de cemento.

1.5. Hipótesis

La permeabilidad del concreto $f'c=280$ kg/cm² con Impermeabilizante Sika®-1, se reducirá.

Hipótesis específica

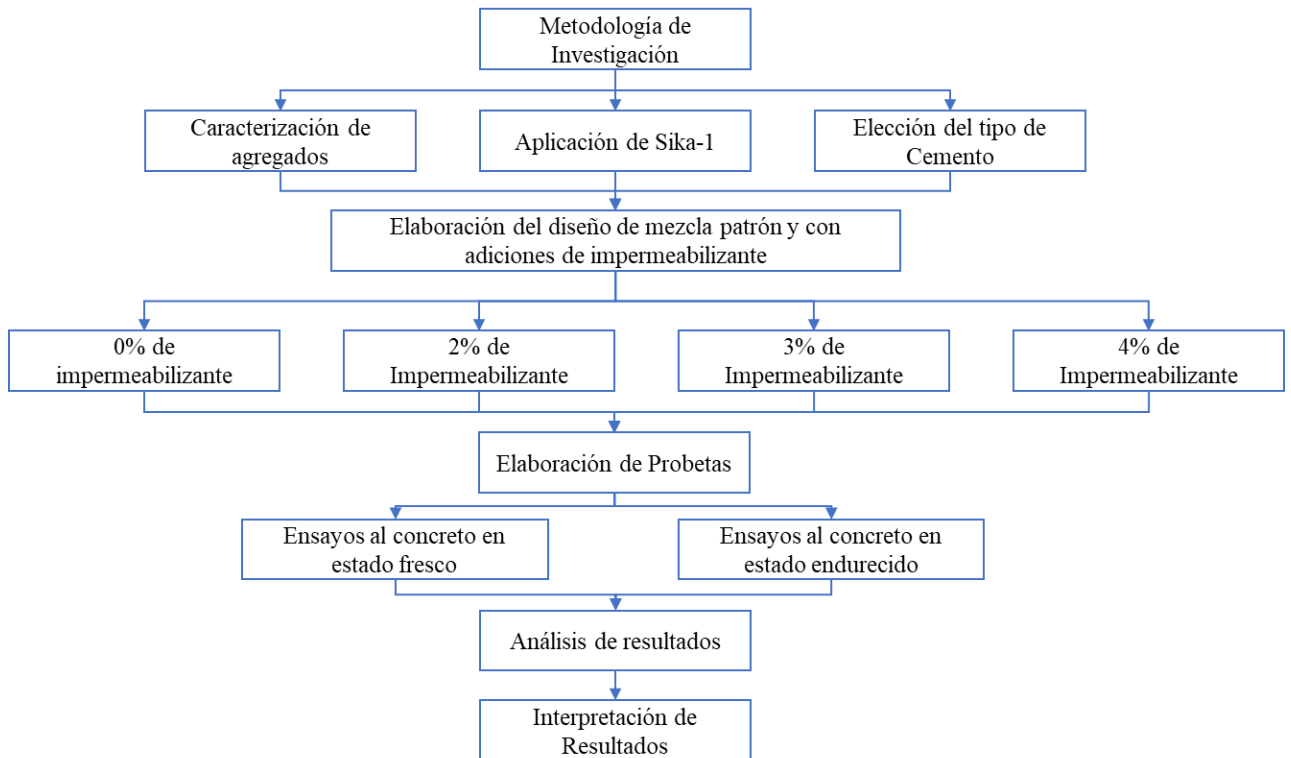
- Hipótesis específica 1: Los agregados cumplen con los requerimientos para elaborar un concreto de calidad

- Hipótesis específica 2: El diseño de mezcla permitirá alcanzar y superar el $f'c=280\text{kg/cm}^2$.
- Hipótesis específica 3: La permeabilidad del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, con el 2%, 3% y 4% de aditivo respecto a la cantidad de cemento, se reducirá considerablemente.
- Hipótesis específica 4: Las propiedades mecánicas del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, con el 2%, 3% y 4% de aditivo respecto a la cantidad de cemento, mejorarán.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Figura 11.

Organizador visual del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

2.1. Enfoque, nivel, alcance y diseño de la Investigación

2.1.1. Nivel de la investigación

Esta investigación es de nivel **explicativo**, ya que a través de la experimentación se explicará la relación existente entre las variables dependientes e independientes de la investigación, es decir, como influirá la permeabilidad del concreto $f'c = 280$ kg/cm² con la adición del impermeabilizante Sika®-1 para ser empleados en reservorios.

2.1.2. Alcance de la Investigación

Esta investigación es de alcance **aplicado**, dado que esta categoría de investigaciones se aplica para mejorar, optimizar el funcionamiento, y/o desempeño de un sistema y todas ellas aplicadas al campo de las ingenierías. A diferencia de las demás investigaciones, este tipo de investigación no califica la veracidad o falsedad, sino destaca su eficiencia o ineficiencia. (Nicomedes Teodoro, 2018).

2.1.3. Enfoque de la investigación

La investigación cuantitativa:

Del enfoque de investigación del presente trabajo es una investigación cuantitativa, nos centraremos en medir la realidad que se investiga; buscaremos probar la hipótesis que se plantea mediante la recolección y validación de los datos.

2.1.4. Diseño de la investigación

Para (Sampieri Hernández et al., 2014), el diseño de investigación experimental se enfoca en la manipulación de las variables de estudio con la finalidad de obtener datos o cambios en las variables, esta información se puede medir, observar y expresar dentro del marco teórico de esta investigación.

La investigación tiene un diseño **experimental** que nos permite trabajar las variables y su relación; estos diseños concluyen en una o más variables independientes y una o más dependientes.

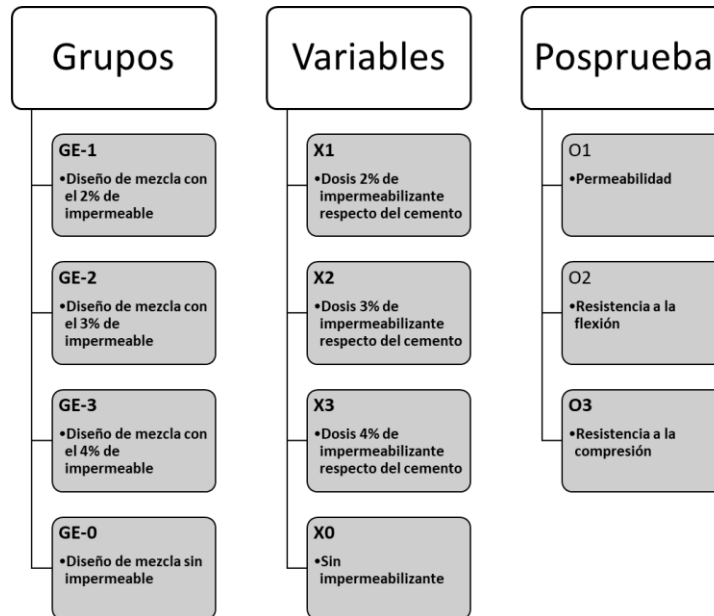
En esta investigación la variable manipulada es la variable independiente – “impermeabilizante Sika 1”, por el contrario, la variable dependiente de estudio es el concreto $f'c$ 280 kg/cm², siendo el objetivo evaluar su trabajabilidad, resistencia mecánica a la compresión, flexión e impermeabilidad.

La estructura de investigación es la siguiente:

- Manipular la variable independiente: impermeabilizante Sika-1, ésta con respecto al peso de cemento en porcentajes de 0%, 2%, 3%, 4%.
- El conjunto experimental, está conformado por las mezclas de agregados, cementos e impermeabilizante Sika-1 al 0%, 2%, 3%, 4%
- Posteriormente se evalúa las muestras de las variables dependientes, las cuales son la trabajabilidad, resistencia a flexión, resistencia a la compresión y porcentaje de vacíos permeables, evaluándose a los 28 días de curado.

Figura 12.

Esquema de diseño de investigación



Nota: En la tabla se muestran los grupos, variables y posprueba de la investigación.

Fuente: Elaboración propia

2.2. Población de estudio

Para esta investigación se tendrá como población a los especímenes cilíndricos y prismáticos diseñados para el estudio, así como los agregados grueso y fino obtenidos de la cantera San Martín la Pascona del distrito de Chiclín – Ascope.

La delimitación poblacional se describe como:

- Los agregados grueso y fino provienen de la Cantera San Martín – La Pascona – Ascope.
- Cemento Pacasmayo anti-salitre
- Impermeabilizante Sika-1

- Especial: el diseño de mezcla se hizo en el laboratorio CRISAL Ingeniería y Arquitectura SAC. (**Anexo 5**)
- La población se considerará a los testigos de concretos $f'c=280$ kg/cm² evaluados a los 28 días de curado.

2.3. Muestra de estudio

Se han considerado un total de 24 especímenes cilíndricos para el ensayo de resistencia a la compresión y 8 especímenes prismáticos. Mediante los especímenes cilíndricos y prismáticos se evaluará sus propiedades físicas y mecánicas.

2.4. Variables

2.4.1. Variable Independiente: Impermeabilizante Sika®-1

- a) Dimensiones
 - Dosificación
- b) Indicadores
 - 0 % de impermeabilizante respecto a la proporción de cemento
 - 2% de impermeabilizante respecto a la cantidad de cemento
 - 3% de impermeabilizante respecto a la cuantía de cemento
 - 4% de impermeabilizante respecto a la cantidad de cemento

2.4.2. Variable Dependiente: Permeabilidad del Concreto $f'c=280$ kg/cm²

- a) Dimensiones
 - Permeabilidad del Concreto $f'c=280$ kg/cm²

b) Indicadores

- Propiedades Físicas

- Propiedades Mecánicas

2.5. Materiales, instrumentos, métodos

2.5.1. Materiales

- Probetas cilíndricas

Figura 13.

Moldes de probetas de cilíndricas



- Vigas rectangulares

Figura 14.

Moldes prismáticos



- Libreta de apuntes

2.5.2. Instrumentos

- Servicios de laboratorio
- Cámara fotográfica
- Computadora portátil
- Cronómetro
- Memoria USB

2.5.3. Otros

- Software: MS Office, Google maps
- Impresión de documentos
- Movilidad
- Servicios de laboratorio de concreto

2.5.4. Técnica de Muestreo

Esta investigación empleo el método no probabilístico, lo cual, la determinación de especímenes dependerá directamente de las características relacionadas a la investigación; el muestreo será realizado por un juicio de expertos.

2.5.5. Tamaño muestral

Para esta investigación se elaboraron 32 especímenes para el ensayo normalizado para determinar el porcentaje de vacíos (%), ensayo resistencia a la flexión (M_r) y compresión($f'c$):

Tabla 1.

Tamaño muestral para ensayo de porcentaje de vacíos

% de Adición	Probetas	Tiempo de curado
0%	3	
2%	3	28 días
3%	3	
4%	3	
Total	12	

Tabla 2.
Tamaño muestral para ensayo de compresión

% de Adición	Probetas	Tiempo de curado
0%	3	28 días
2%	3	
3%	3	
4%	3	
Total	12	

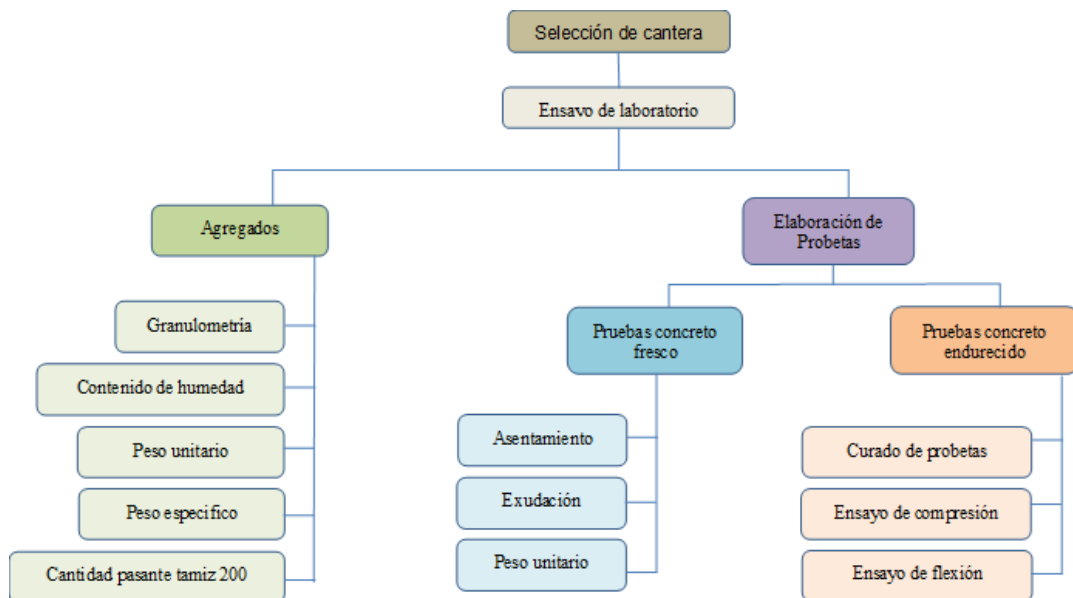
Tabla 3.
Tamaño muestral para ensayo de flexión

% de Adición	Vigas	Tiempo de curado
0%	2	28 días
2%	2	
3%	2	
4%	2	
Total	8	

2.6. Procedimiento

Figura 15.

Organizador visual del procedimiento



Fuente: Elaboración propia

2.6.1. Obtención de los materiales

Los agregados empleados en esta investigación han sido extraídos y preparados en la cantera **San Martín**, ubicada a las afueras de Trujillo por la Panamericana norte a 13 km del ovalo el Milagro en el sector la Pascona, con una latitud de $8^{\circ}0'25.34''S$ y una longitud de $79^{\circ}4'20.74''O$ en medidas UTM.

Figura 16.*Ubicación de cantera*

Fuente: Google Earth

2.6.2. Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso

Este ensayo señala que los gránulos de una muestra del material seco se deben dividir con la ayuda de una secuencia de tamices, el cual se emplea recipientes con aberturas de igual tamaño, además se debe seguir un orden decreciente. Este procedimiento es realizado con la finalidad de determinar el módulo de finura del agregado grueso y el agregado fino.

Los equipos que se necesitarán son:

- Tamices: Para el análisis por tamizado se deberá considerar el uso de mallas redondas o rectangulares. La nomenclatura de los tamices esta expresada en pulgadas desde la malla 3/8” hasta tamices de mayor abertura.
- Balanza: Deberá tener una sensibilidad del 0.1%, para la muestra de agregado fino esta deberá tener una precisión de 0.1g, para la muestra de agregado grueso se solicita que tenga una precisión de 0.5g.

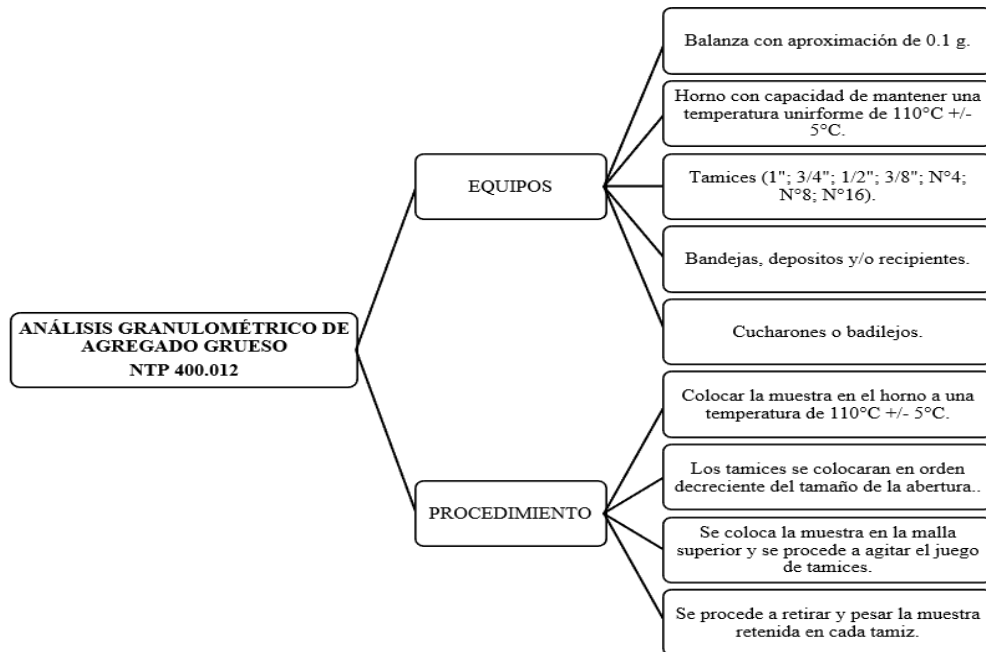
- Horno: Deberá contar con una ventilación interna y este deberá tener la capacidad de mantener una temperatura de 110°C, el horno empleado deberá tener margen de +/- 5°C.

A) Agregado Grueso

- Lo primero que debemos realizar es ajustar la temperatura del horno a 110°C.
- Se colocará la muestra en el horno, para el agregado grueso hemos empleado 2.5 kg de muestra.
- Se emplearán los tamices desde la malla de 1", esto debido a que el agregado adquirido ha sido piedra de ½" por lo consecuente emplearemos los tamices del HUSO 67.
- Debemos realizar el tamizado y pesar el material retenido en cada malla.

Figura 17.

Procedimiento para granulometría del agregado grueso



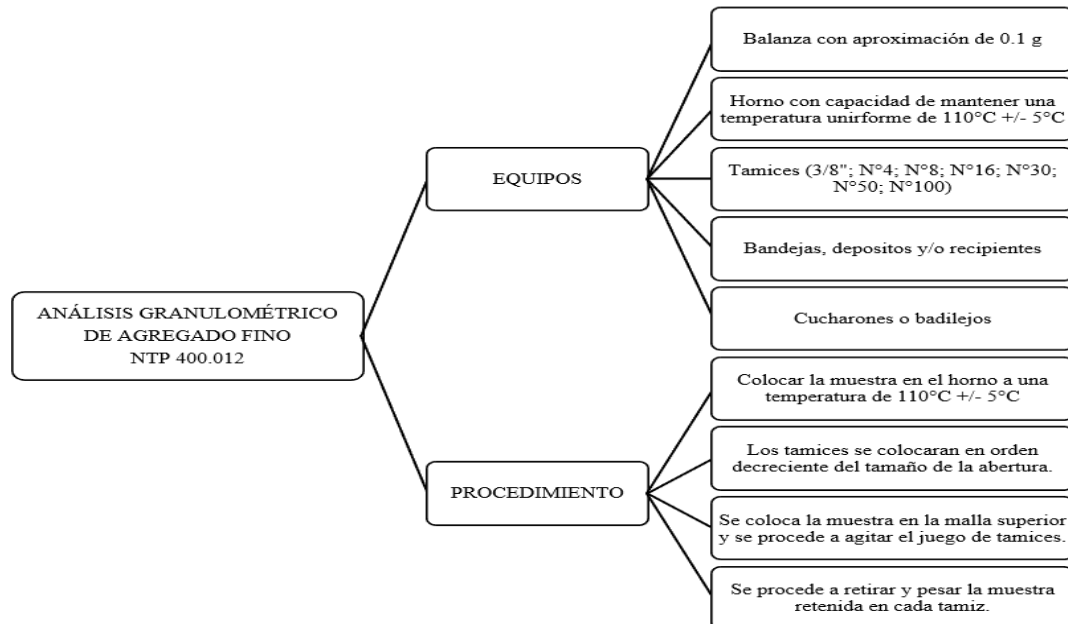
Nota: En el organigrama se detalla el proceso para realizar el análisis granulométrico del agregado grueso, materiales y equipos empleados durante el ensayo. Se empleo 2500 g de muestra para el análisis granulométrico del agregado grueso. Fuente: elaboración propia

B) Agregado fino

- Lo primero que debemos realizar es ajustar la temperatura del horno a 110°C.
- Se colocará la muestra en el horno, para el agregado fino hemos empleado 0.5 kg de muestra.
- Se emplearán los tamices desde la malla de 3/8", esto debido a que el agregado adquirido ha sido arena gruesa por lo consecuente emplearemos los tamices #4, #8, #16, #20, #50 y #100.
- Debemos realizar el tamizado y pesar el material retenido en cada malla.

Figura 18.

Procedimiento para granulometría del agregado fino



Nota: En el organigrama se detalla el proceso para realizar el análisis granulométrico del agregado fino, materiales y equipos empleados durante el ensayo. Se empleo 500 g de muestra para el análisis granulométrico del agregado grueso. Fuente: elaboración propia

2.6.3. Contenido de humedad de agregados

Este ensayo mide la humedad de la muestra (lo cual representa la fuente del agregado).

Los equipos que se necesitarán son:

- Recipientes: Los recipientes empleados deberán tener como característica principal, capacidad de no deformarse y/o verse afectada por el calor.
- Balanza: Deberá tener una sensibilidad del 0.1%.

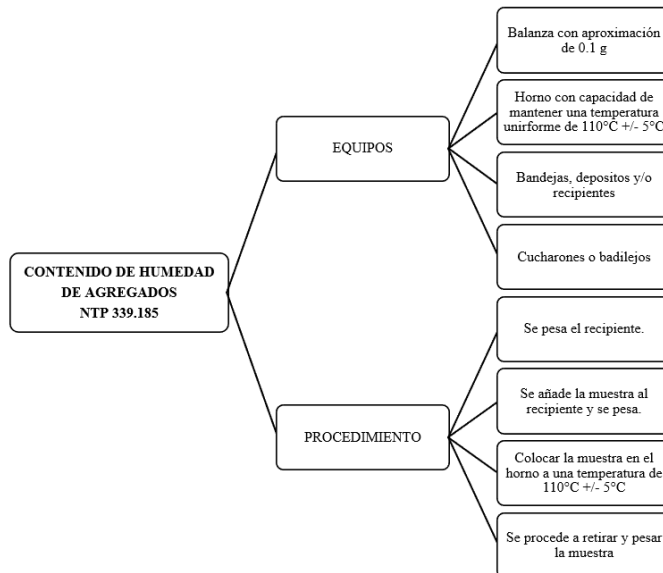
- Horno: Deberá contar con una ventilación interna y este deberá tener la capacidad de mantener una temperatura de 110°C, el horno empleado deberá tener margen de +/- 5°C.

Procedimiento:

- Lo primero que debemos realizar es el pesado de los recipientes a emplear.
- Posterior a ello pesaremos el recipiente más el material.
- Se deberá ajustar la temperatura del horno a 110°C.
- Luego se coloca la muestra en el horno durante 24 horas a una temperatura constante.
- Pasado el tiempo se deberá retirar la muestra del horno, esta muestra se deberá dejar reposar a una temperatura ambiente, con la finalidad de no dañar la balanza.
- Pesamos la muestra y anotamos el resultado en la ficha de recolección de datos.

Figura 19.

Procedimiento para ensayo de contenido de humedad de agregados



Nota: En el organigrama se detalla el proceso para realizar ensayo, materiales y equipos empleados durante el ensayo. Fuente: elaboración propia

2.6.4. Ensayo para determinar el peso unitario y vacíos (%) en los agregados

Mediante este ensayo se determinará el peso unitario del agregado fino y el agregado grueso. Para esto se ha empleado un recipiente de 0.014 m^3 siendo esta capacidad admisible por la norma.

Los equipos que se necesitarán son:

- Recipientes: Son de material metálico, la capacidad del recipiente deberá cumplir con los requisitos de volumen mínimo establecido en la NTP.
- Varilla de compactación
- Cucharón metálico
- Balanza: Deberá tener una sensibilidad del 0.05 kg .

Procedimiento:

a) PUSS – AG

- El peso total de la muestra a emplear en el ensayo deberá ser entre 1.5 a 2 del total de muestra necesaria para llenar el total del recipiente. Para el agregado grueso, teniendo en cuenta que el recipiente es de 0.014 m³ y el material a emplear es piedra de ½” se necesitara 40 kg.
- Se llenará el recipiente empleando un cucharón el cual deberá ser colocado a 5 cm del fondo del recipiente. Con la finalidad de evitar la compactación de la muestra.
- Una vez que el recipiente ha sido llenado, se deberá enrasar la parte superior teniendo cuidado de no compactar la muestra. Se llevará la muestra a la balanza, se anota el peso y posterior a ello se repite el mismo procedimiento.

b) PUSS – AF

- El peso total de la muestra a emplear en el ensayo deberá ser entre 1.5 a 2 del total de muestra necesaria para llenar el total del recipiente. Para el agregado fino, teniendo en cuenta que el recipiente es de 0.014 m³ se necesitara 50 kg.
- Se llenará el recipiente empleando un cucharón el cual deberá ser colocado a 5 cm del fondo del recipiente. Con la finalidad de evitar la compactación de la muestra.
- Una vez que el recipiente ha sido llenado, se deberá enrasar la parte superior teniendo cuidado de no compactar la muestra. Se llevará la muestra a la balanza, se anota el peso y posterior a ello se repite el mismo procedimiento.

c) PUCS – AG

- El peso total de la muestra a emplear en el ensayo deberá ser entre 1.5 a 2 del total de muestra necesaria para llenar el total del recipiente. Para el agregado grueso, teniendo en cuenta que el recipiente es de 0.014 m³ y el material a emplear es piedra de ½” se necesitara 40 kg.
- Se llenará el recipiente a un tercio del total empleando un cucharón.
- Posterior al llenado se deberá compactar mediante 25 golpes empleando una varilla de apisonado. La muestra deberá ser colocada en tres capas y se deberá repetir la compactación.
- Una vez que el recipiente ha sido llenado, se deberá enrasar la parte superior. Se llevará la muestra a la balanza, se anota el peso y posterior a ello se repite el mismo procedimiento.

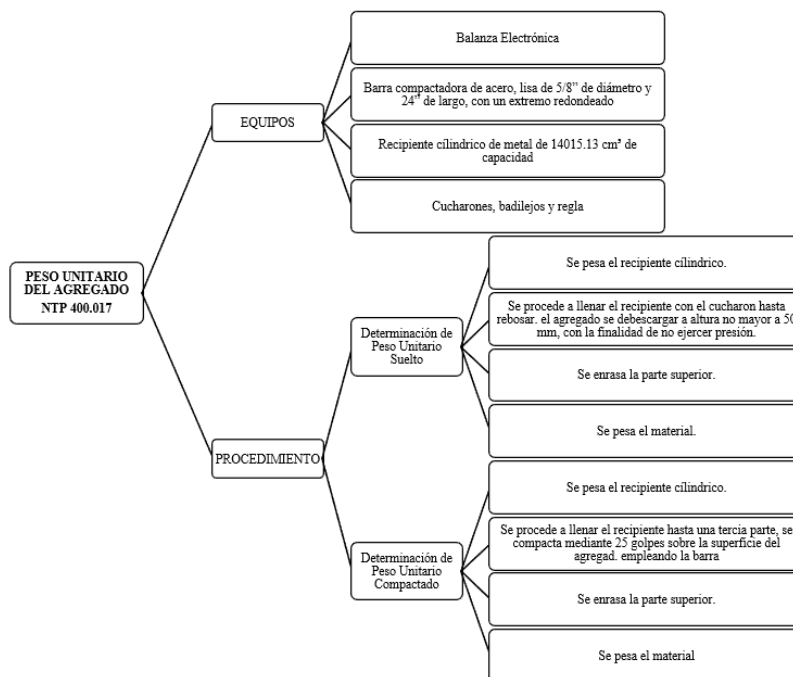
d) PUSC – AF

- El peso total de la muestra a emplear en el ensayo deberá ser entre 1.5 a 2 del total de muestra necesaria para llenar el total del recipiente. Para el agregado fino, teniendo en cuenta que el recipiente es de 0.014 m³ se necesitara 50 kg.
- Se llenará el recipiente a un tercio del total empleando un cucharón. Posterior al llenado se deberá compactar mediante 25 golpes empleando una varilla de apisonado.
- La muestra deberá ser colocada en tres capas y se deberá repetir la compactación.

- Una vez que el recipiente ha sido llenado, se deberá enrasar la parte superior. Se llevará la muestra a la balanza, se anota el peso y posterior a ello se repite el mismo procedimiento.

Figura 20.

Procedimiento para ensayo de PU de agregados



Nota: En el organigrama se detalla el proceso para realizar ensayo, materiales y equipos empleados durante el ensayo. Fuente: elaboración propia

2.6.5. Peso específico y absorción del agregado grueso

Mediante este ensayo podemos determinar el peso específico o también conocida como densidad y la absorción (%) del agregado grueso.

La norma indica que la muestra a emplearse deberá ser la que retenga la malla N°4, lo que pase deberá ser desechado.

Los equipos que se necesitarán son:

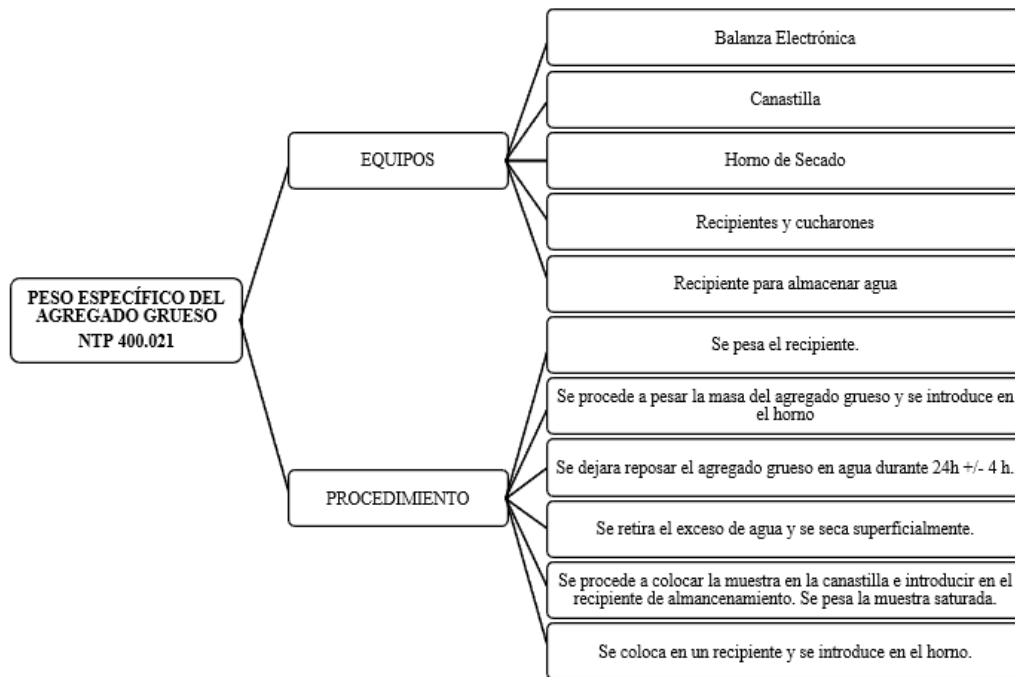
- Recipientes: Los recipientes empleados deberán tener como característica principal, capacidad de no deformarse y/o verse afectada por el calor.
- Balanza: Deberá tener una sensibilidad del 0.5g.
- Canastilla metálica
- Recipiente de agua: con capacidad de retener agua, en este se colocará la muestra en la canastilla.
- Horno: Deberá contar con una ventilación interna y este deberá tener la capacidad de mantener una temperatura de 110°C, el horno empleado deberá tener margen de +/- 5°C.

Procedimiento:

- La muestra deberá ser colocada en agua durante 24 horas +/- 4 horas.
- Se decantará el exceso de agua y se secará superficialmente al agregado.
- Se pesará una tara y se pesará la tara más el agregado grueso.
- Posterior a ello empleando una castilla se conectará a la balanza y se agregará el material, el peso anotado se denominará peso del material sumergido.
- El material se retira de la canastilla y mediante un recipiente se procede a colocar dentro del horno.
- Luego se deberá ajustar la temperatura del horno a 110°C.
- Posterior a las 24h, retiramos la muestra del horno y dejamos reposar a temperatura ambiente, esto con la finalidad de no dañar la balanza.
- Por último, se pesa la muestra y registramos el peso en el instrumento de recolección de datos.

Figura 21.

Procedimiento para ensayo de PE del agregado grueso



Nota: En el organigrama se detalla el proceso para realizar ensayo, materiales y equipos empleados durante el ensayo. Fuente: elaboración propia

2.6.6. Peso específico y absorción del agregado fino

Mediante este ensayo podemos determinar el peso específico o también conocida y la absorción (%) del agregado fino, la muestra previamente ha sido colocada en agua durante 24h. Posterior a ello se separó el exceso de agua, se secó superficialmente mediante una corriente de aire caliente. Se ha empleado 500g de agregado fino para el desarrollo del ensayo.

Los equipos que se necesitarán son:

- Recipientes: Los recipientes empleados deberán tener como característica principal, capacidad de no deformarse y/o verse afectada por el calor.
- Balanza: Deberá tener una sensibilidad del 0.1%.

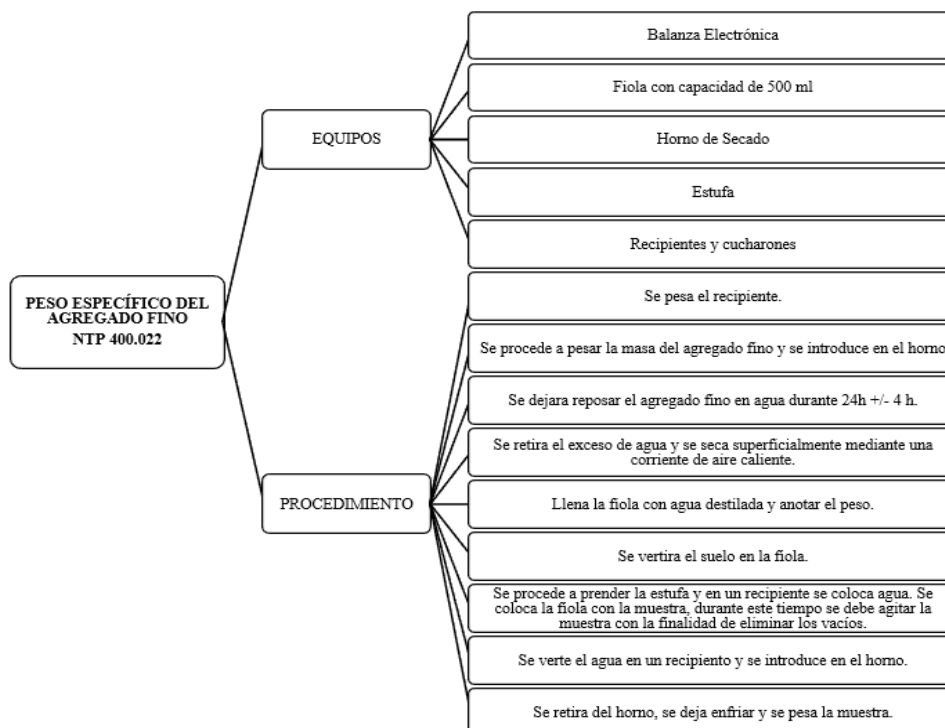
- Horno: Deberá contar con una ventilación interna y este deberá tener la capacidad de mantener una temperatura de 110°C, el horno empleado deberá tener margen de +/- 5°C.
- Fiola graduada: con capacidad de 500ml.
- Estufa
- Agua destilada

Procedimiento:

- La muestra deberá ser colocada en agua durante 24 horas +/- 4 horas.
- Se decantará el exceso de agua y se secará superficialmente al agregado mediante una corriente de aire caliente.
- Posterior a ello se pesará una tara y se pesará 500 g de agregado fino.
- Posterior a ello empleando una fiola graduada se anotará el peso de la fiola sin agua, se le añadirá agua destilada y registramos el peso en el instrumento de recolección de datos.
- Los 500g pesados anteriormente se introducirá en la fiola.
- La fiola deberá colocarse en el equipo baño maría teniendo como objetivo eliminar las burbujas de aire que pueda tener la muestra.
- Cuando se ha verificado que se han eliminado las burbujas de aire, se retiran las fiolas del baño maría y la muestra se verterá en recipientes los cuales deberán ser introducidos en el horno.
- Se deberá ajustar la temperatura del horno a 110°C.

- Retiramos la muestra del horno y dejamos reposar a temperatura ambiente, esto con la finalidad de no dañar la balanza.
- Pesamos la muestra y registramos el peso en el instrumento de recolección de datos.

Figura 22. Procedimiento para ensayo de PE del agregado fino



Nota: En el organigrama se detalla el proceso para realizar ensayo, materiales y equipos empleados durante el ensayo. Fuente: elaboración propia

2.6.7. Diseño de mezcla – Método ACI

Para la elaboración del diseño de mezcla se deberá haber realizado previamente la caracterización del agregado grueso y el agregado fino, definir qué tipo cemento se empleará debido a que se necesitaría la densidad o peso específico la cual se encontrará en la ficha técnica del proveedor.

a) Determinar el tipo de asentamiento o consistencia

Determinar el tipo de asentamiento es el primer paso que se deberá realizar al elaborar el diseño de mezcla. Tenemos 3 tipo de asentamiento: Seca el cual va de 0" a 2", plástica el cual va de 3" a 4" y fluida el cual va de 5" a más.

b) Calcular la resistencia promedio requerida

Lo primero a realizar es determinar la resistencia promedio requerida el cual se puede calcular de dos formas: teniendo en cuenta la resistencia se sumará un factor de seguridad o por el método estadístico.

Para esta investigación se calculará el f'_{cr} mediante la primera forma.

$$f'c < 210 \rightarrow f'_{cr} = f'c + 70$$

$$210 < f'c < 350 \rightarrow f'_{cr} = f'c + 84$$

$$f'c > 350 \rightarrow f'_{cr} = 1.1f'c + 51$$

c) Determinar el volumen unitario de agua en la mezcla

La determinación del contenido de agua en la mezcla de concreto estará en función del TMN del agregado grueso y del tipo de consistencia seleccionada en el paso a.

d) Contenido de aire atrapado

A partir del análisis granulométrico se determinará el TMN del agregado grueso, el contenido de aire atrapado dependerá del TMN del agregado grueso.

e) Relación a/c

Para determinar la relación a/c es necesario haber calculado previamente la resistencia promedio requerida (f'_{cr}). Mediante la tabla del ACI se realizará una interpolación con la finalidad de determinar la relación a/c.

f) Contenido de cemento

Determinada la relación a/c procedemos a calcular el peso del cemento a emplear en el diseño de mezcla. Mediante la siguiente ecuación se podrá determinar el peso del cemento para un m³ de concreto.

$$\frac{a}{c} = x \rightarrow c = \frac{a}{x}$$

a= volumen unitario de agua(L)

c= cemento(kg)

x= relación a/c determinada en el paso anterior.

g) Determinación del peso seco del agregado grueso

El peso seco del agregado grueso para un m³ de concreto se determinará mediante el MF del agregado fino y el TMN del agregado grueso.

De no encontrarse el módulo de finura en la tabla del ACI, este valor deberá ser interpolado.

h) Contenido de volúmenes absolutos

Calculado el peso seco del agregado grueso, se deberá determinar el volumen absoluto del agregado grueso y se debe determinar el volumen absoluto del resto de materiales.

El volumen del agregado fino se calculará mediante la siguiente expresión:

$$V_T = V_{agua} + V_{aire} + V_{ag} + V_c + V_{af}$$

Se conoce que el V_t es 1 m³.

$$V_{af} = V_T - V_{agua} + V_{aire} + V_{ag} + V_c$$

i) Diseño en estado seco y corrección por humedad

Obtenido todos los pesos de los materiales, es necesario realizar la corrección por humedad. El cual estará dada por la siguiente expresión:

$$\text{Contenido de AG corregido} = \text{Peso seco AG} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Contenido de AF corregido} = \text{Peso seco AF} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

j) Aporte de agua a la mezcla de concreto

En el paso c se determinó el volumen unitario de la mezcla, sin embargo, es necesario evaluar el aporte de agua que presenta cada uno de los agregados empleados, mediante los ensayos de absorción (%) y contenido de humedad (%) se puede determinar la cantidad de agua que contienen ambos agregados.

Emplearemos la siguiente expresión para determinar el aporte de agua del agregado grueso y fino:

$$\text{Aporte de agua del agregado grueso} = \frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado Grueso seco}}{100}$$

$$\text{Aporte de agua del agregado fino} = \frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado Grueso fino}}{100}$$

Se sumarán ambos valores y se obtendrá el aporte total de agua de los agregados, este valor obtenido deberá ser restado al volumen unitario de agua de la mezcla determinado en el paso C.

$$\text{Agua neta} = \text{Volumen unitario de agua} - \text{Aporte de agua de los agregados}$$

2.6.8. Elaboración de especímenes en laboratorio

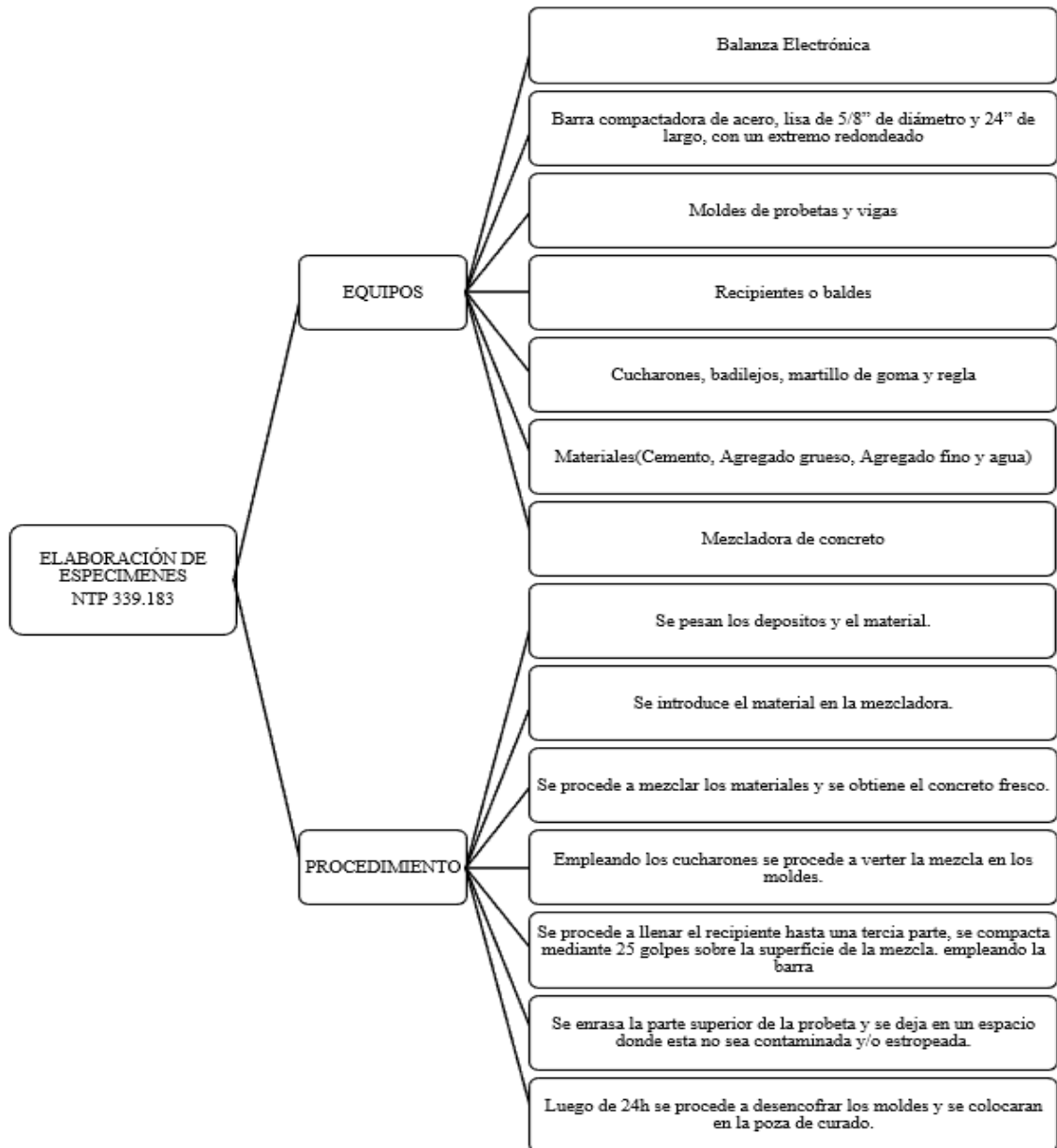
Para elaborar especímenes de concreto se han seguido las pautas establecidas en la normativa nacional vigente y se han empleado equipos normados, en el caso de los especímenes

cilíndricos se han empleado moldes de dimensiones 4"x8" y 6"x12" las cuales cumplen con las especificaciones de la norma. Para los testigos prismáticos se han empleado moldes metálicos de dimensiones 15cmx15cmx51cm.

- Se deberá adicionar en el trompo el agregado grueso y un cuarto del volumen de agua, posterior a ello se adicionará el agregado fino, cemento y agua restante.
- Se mezclará durante un periodo aproximado de tres minutos.
- Las probetas metálicas deberán estar ubicadas en un área donde no interfiera el paso del material. Se llenará el concreto en 3 capas y se compactará en 25 golpes cada capa, empleando el martillo de goma se golpeará 15 veces alrededor de la probeta con la finalidad de eliminar los vacíos.
- Se enrasará la parte superior de la probeta y se emparejará mediante una plancha de madera.
- Se dejará secar durante 24 horas hasta su desencofrado.

Figura 23.

Procedimiento para elaboración de especímenes



Nota: En el organigrama se detalla el proceso para la elaboración de especímenes, materiales y equipos empleados durante la elaboración. Fuente: elaboración propia

2.6.9. Peso unitario (PU) del concreto

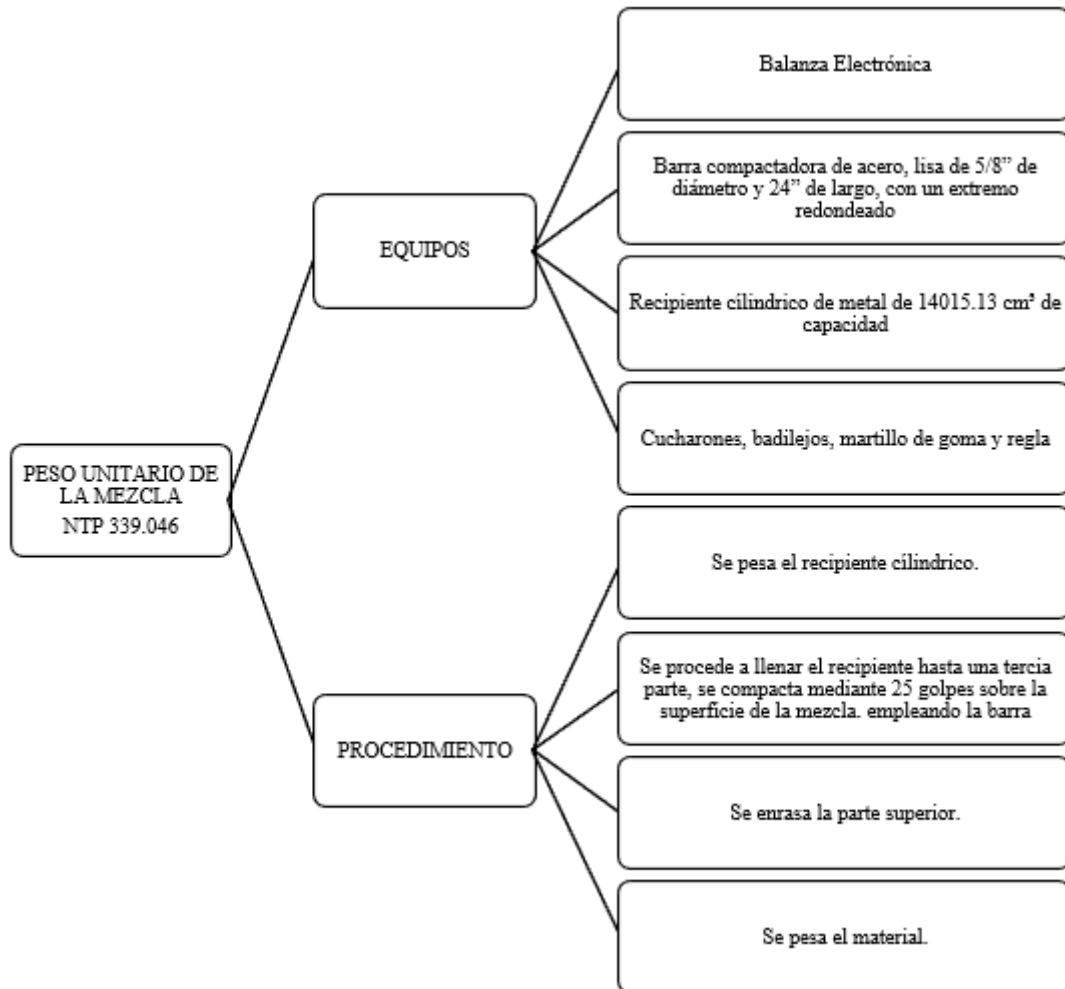
Mediante este ensayo se determinará el peso unitario (kg/m³) del concreto, se ha empleado un recipiente de 0.014 m³ siendo su equivalencia 0.20 ft³ siendo esta capacidad admisible por la norma.

Para este ensayo se ha tomado como referencia las indicaciones establecidas en la NTP 339.046, en esta norma se detallan todas las consideraciones a tener en cuenta para la realización del ensayo.

- Se deberá emplear un recipiente metálico, el cual ha sido previamente pesado y calculado su volumen.
- La mezcla de concreto se llenará a 1/3 del volumen del recipiente, posterior a esto deberá ser compactado mediante 25 golpes. Este proceso se repetirá 2 veces más.
- Posterior a ello se enrasará la parte superior y se llevará a la balanza, donde se pesará el recipiente más la mezcla de concreto. El resultado se anotará en las fichas de recolección de datos.
- Este proceso se repetirá 2 veces por cada diseño de mezcla, posterior a ello se promediará los resultados y se obtendrá el peso unitario promedio de cada diseño.

Figura 24.

Procedimiento para ensayo de peso unitario de la mezcla



Nota: En el organigrama se detalla el proceso, materiales y equipos empleados durante el ensayo. Fuente: elaboración propia

2.6.10. Asentamiento del concreto

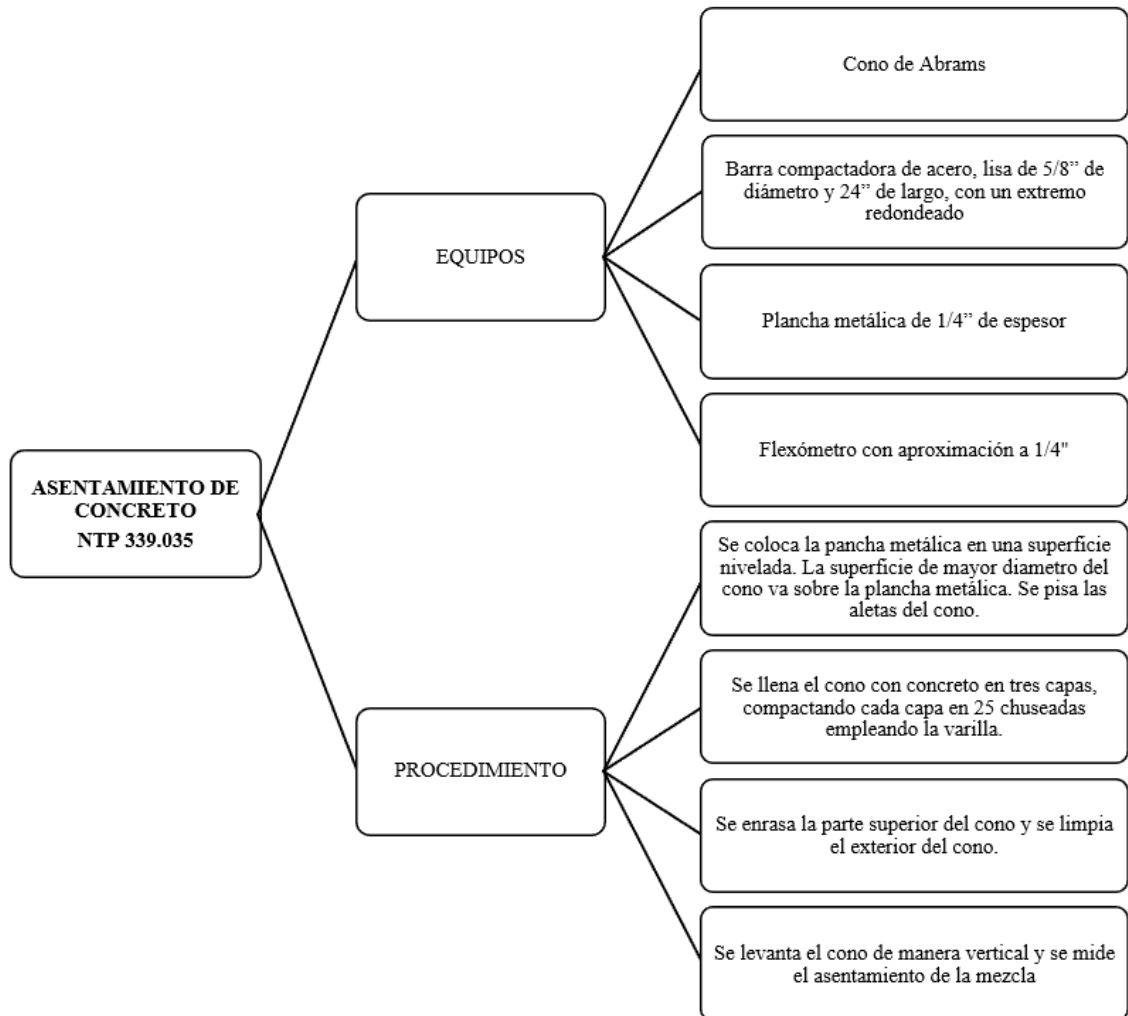
Este ensayo nos permite medir el asentamiento del concreto y describimos su trabajabilidad, por ello el procedimiento para realizar este ensayo son los siguientes:

- Se deberá contar con los materiales a emplear como: agregado fino, cemento, agregado grueso, agua y el aditivo Sika -1.

- Mediante el diseño de mezcla, proporcionamos las cantidades a emplear, se agregan los materiales al trompo eléctrico de acuerdo a su dosificación.
- Teniendo el producto mezclado, se prepara el Cono de Abrams para la realización del ensayo, según la normativa, el procedimiento para el ensayo:
 - Se acomoda el Cono de Abrams en un suelo liso, donde la abertura menor diámetro se colocará hacia arriba y la abertura de mayor diámetro deberá estar hacia abajo. Una persona deberá pisar los extremos del instrumento para sujetar firmemente.
 - Después se llenará la mezcla de concreto mediante un cucharón, este procedimiento se deberá realizar en tres capas, cada capa será compactada mediante 25 golpes.
 - Al tener el cono de Abrams lleno se procede a retirar el exceso de mezcla con una varilla de acero liso.
 - Después se procede a levantar el Cono de Abrams muy lentamente y de manera firme, colocándolo a un costado de la mezcla.
 - Mediante un flexómetro se mide la diferencia de alturas, comparando el Cono de Abrams y de la mezcla, obteniendo la medida del asentamiento de la mezcla de concreto.
 - Registramos el asentamiento de la mezcla de concreto en el instrumento de recolección de datos.

Figura 25.

Procedimiento para ensayo de asentamiento del concreto



Nota: En el organigrama se detalla el proceso para realizar el ensayo de asentamiento de concreto, materiales y equipos empleados durante el ensayo. Fuente: elaboración propia

2.6.11. Ensayo para determinar la temperatura T (°C) en mezclas de concreto

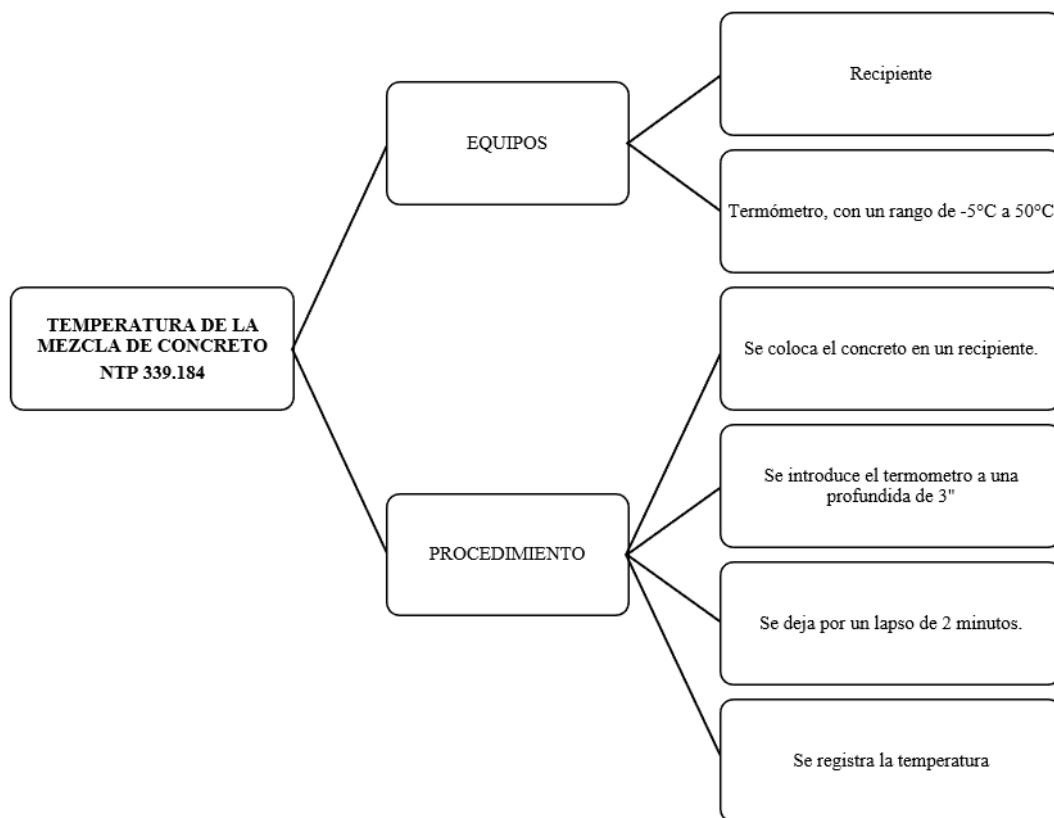
Este ensayo permite determinar en estado fresco del concreto, la temperatura durante la elaboración de las probetas.

- La toma de la temperatura fue realizada mediante un termómetro digital.

- El termómetro es introducido en la mezcla de concreto y se dejara durante 5 minutos.
- Este procedimiento se repitió 3 veces, la temperatura fue anotada y promediada.

Figura 26.

Procedimiento para determinar la temperatura



Nota: En el organigrama se detalla el proceso para determinar la temperatura de la mezcla de concreto, materiales y equipos empleados durante el ensayo. Fuente: elaboración propia

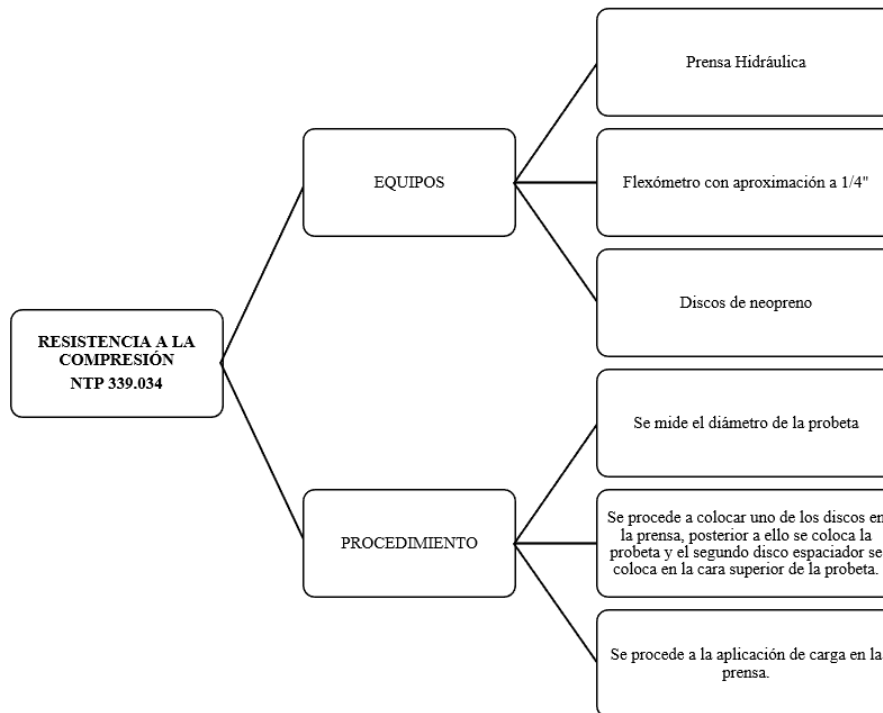
2.6.12. Resistencia a la compresión ($f'c$) en especímenes cilíndricos

Este ensayo permite determinar la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos, para ello es necesario medir el diámetro de la probeta el cual será empleado para calcular el área del espécimen cilíndrico.

- Se deberá retirar el espécimen de la poza de curado. Posterior a ello se deberá medir las dimensiones del espécimen.
- Se colocará uno de los discos neopreno en la prensa de concreto, se coloca la probeta y luego se coloca el segundo disco en la parte superior de la probeta.
- Se verificará que la prensa no este aplicando ninguna carga, para la realización del ensayo. Se iniciará con la aplicación de carga a una velocidad constante.
- Llegada a la fractura del espécimen se anotará la carga y se retirará con cuidado el espécimen de la prensa.
- Se limpiará el espacio para la colocación de la siguiente probeta.

Figura 27.

Procedimiento para ensayo de resistencia a la compresión ($f'c$)



Nota: En el organigrama se detalla el proceso para realizar en ensayo en testigos cilíndricos, materiales y equipos empleados durante el ensayo. Fuente: elaboración propia

2.6.13. Resistencia a la flexión (M_r) en especímenes tipo viga con aplicación de carga a los tercios del tramo

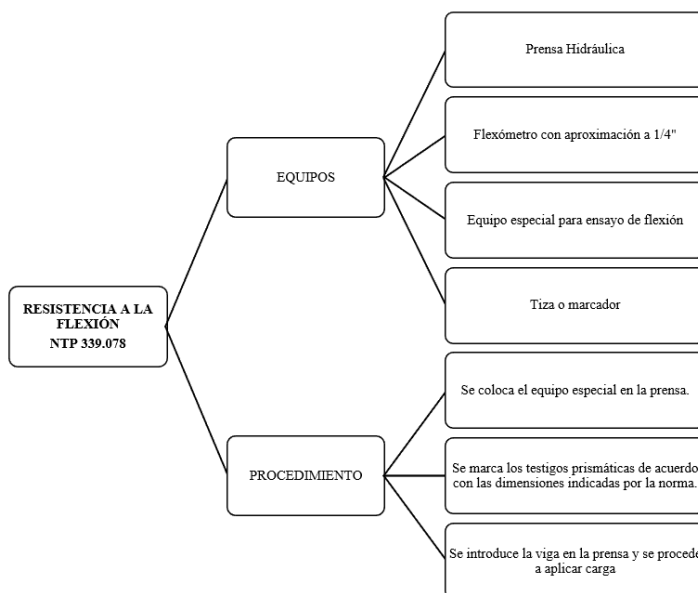
Mediante este ensayo se podrá determinar el módulo de rotura (M_r) de los especímenes prismáticos.

- Se deberá retirar el espécimen de la poza de curado. Posterior a ello se deberá medir las dimensiones, acorde con la NTP 339.078 se deberá marcar previamente la viga, la primera marca se realizará a 1” en ambos extremos de la viga, las otras marcas deberán realizar a 1/3 de la longitud del tramo de la viga.

- Se colocará los dispositivos de ensayo a flexión en la prensa de concreto.
- Se colocará el espécimen prismático en la prensa, una vez verificado que las marcas realizadas previamente se encuentren en cada rodillo se procederá al inicio del ensayo.
- Se verificará que la prensa no este aplicando carga para la realización del ensayo. Se iniciará con la aplicación de carga a una velocidad constante.
- Llegada a la fractura del espécimen se anotará la carga y se retirará con cuidado el espécimen de la prensa.
- Se limpiará los discos y el espacio antes de colocar el siguiente espécimen.

Figura 28.

Procedimiento para ensayo de resistencia a la flexión



Nota: En el organigrama se detalla el proceso para realizar el ensayo en testigos prismáticos, materiales y equipos empleados durante el ensayo. Fuente: elaboración propia

2.6.14. Ensayo para determinar la densidad (g/cm³), absorción (%) y porcentaje de vacíos (%) en el concreto (NTP 339.187)

Mediante este ensayo podemos determinar la capacidad de absorción del concreto, la densidad y la porosidad del concreto.

El procedimiento será el siguiente:

- Primero se deberá preparar los especímenes de concreto, cabe indicar que estos podrán ser de forma cilíndrica, de cualquier forma, o dimensión, pero el volumen de acuerdo a la normativa deberá ser mayor a 350cm³ o aproximadamente 800g.
- De requerirlo se deberá cortar el espécimen de concreto, cuidando de no dañar los bordes del espécimen.
- Se deberá ajustar la temperatura del horno a 110°C, el horno empleado deberá tener margen de +/- 5°C.
- Introduciremos la muestra de concreto en el horno durante 24h a una temperatura constante.
- Retiramos la muestra del horno, se dejará reposar hasta que se enfríe, esto con la finalidad de no dañar la balanza.
- Pesamos la muestra y registramos el peso en el instrumento de recolección de datos. Se anotará como “masa seca”.
- Posterior al secado inicial se deberá dejar las muestras en agua por un lapso de 48 horas.

- Se retira las muestras, se secará superficialmente, posterior a ello pesamos la muestra y registramos el peso en el instrumento de recolección de datos. Se anotará como “masa saturada después de la inmersión”.
- Posterior a ello deberemos colocar las muestras en un recipiente capacidad de cubrir por completo a los especímenes, llenaremos el recipiente con agua y se hervirá durante un lapso de 5 horas. Posterior a ello se dejará enfriar durante 14 horas.
- Se retira la muestra y se secará superficialmente, posterior a ello pesamos la muestra y registramos el peso en el instrumento de recolección de datos. Se registrará como “masa saturada después de la ebullición en agua”.
- Posterior a ello empleando una castilla se conectará a la balanza y se agregará la muestra.
- Registramos el peso del espécimen en el instrumento de recolección de datos. Se registrará como “masa aparentemente sumergida”.

2.7. Procedimiento de análisis de datos

Se empleará la técnica estadística descriptiva para el análisis y procesamiento de la información extraída de los ensayos realizados en el laboratorio.

Donde los resultados serán presentados en tablas de frecuencia, así como también se emplearán gráficos estadísticos, tablas e histogramas.

2.8. Aspectos éticos

La ética y moral es indispensable al momento de realizar una investigación, debido a que los resultados presentados servirán como una fuente de antecedente para futuras investigaciones, la información comprendida de otros autores se encuentra debidamente citada

acorde lo especifica la normativa “Norma APA. 7ma ed.”. Los resultados de los ensayos se encuentran debidamente firmados y respaldados por el laboratorio de suelos, concreto y asfalto (Anexo 5), así mismo se ha verificado la calibración de los equipos empleados para el desarrollo de los ensayos (Anexo 6).

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Caracterización de los agregados

3.1.1. Características físicas: A. Fino

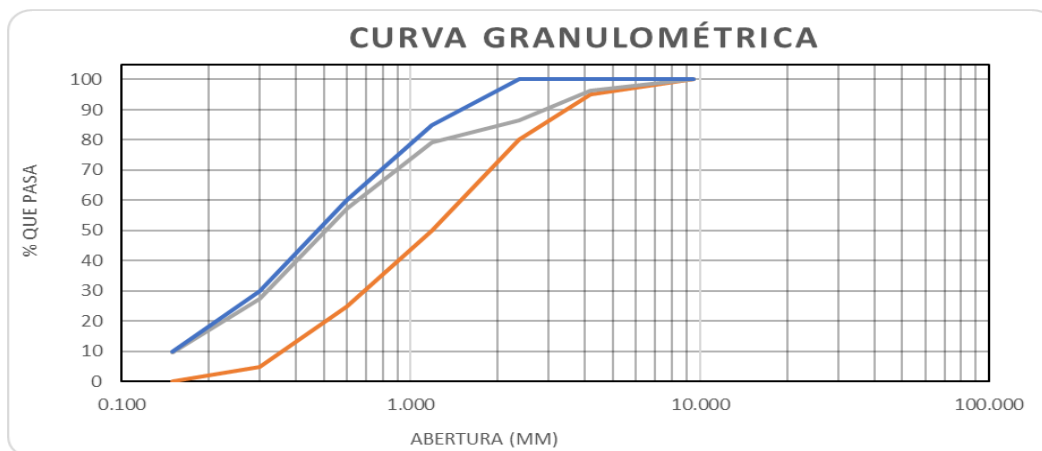
Tabla 4.

Granulometría del A. Fino

#Tamiz	Abertura del tamiz mm	P. Retenido(g)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Pasante
3/8"	9.525	0	0	0	100
No. 4	4.178	17.77	3.55	3.55	96.45
No. 8	2.360	48.98	9.80	13.35	86.65
No. 16	1.180	36.88	7.38	20.73	79.27
No. 30	0.600	110.50	22.10	42.83	57.17
No. 50	0.300	149.20	29.84	72.67	27.33
No. 100	0.150	89.30	17.86	90.53	9.47
PLATO		47.37	9.47	100.00	0.00
Total		500.00	100.00		

Figura 29.

Curva granulométrica – AG. Fino



Nota. En la tabla se observa que el agregado fino se ubica dentro de los límites establecidos por la NTP 400.037. Fuente: Informe de ensayo CRISAL Ingeniería y Arquitectura S.A.C.

Tabla 5.

Caracterización del agregado fino

Ensayo	N.T.P.	Resultado
MF	400.012	2.44
Contenido de humedad (%)	339.185	0.41
P.U.S.S. (kg/m ³)	400.017	1570.03
P.U.C.S (kg/m ³)	400.017	1718.07
P.E. (kg/cm ³)	400.022	2530
Absorción (%)	400.022	4.35

Nota. En la tabla 5 observamos las normas y resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio. Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Características físicas: A. Grueso

Tabla 6.

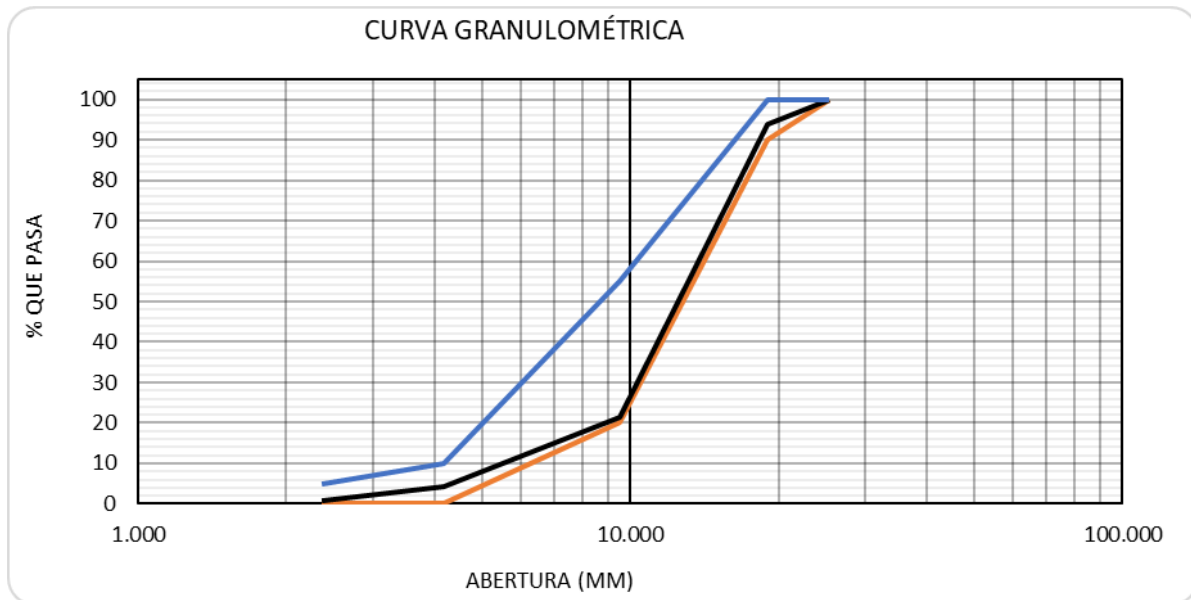
Granulometría - A. Grueso

#Tamiz	Abertura del tamiz mm	P. Retenido(g)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Pasante
4"	100.000	0	0	0	100
3 ½"	90.000	0	0	0	100
3"	76.200	0	0	0	100
2 ½"	63.500	0	0	0	100
2"	50.600	0	0	0	100
1 ½"	38.100	0	0	0	100
1"	25.400	0	0	0	100
¾"	19.050	155.42	6.22	6.22	93.78
½"	12.700	1100.45	44.02	50.23	49.77
3/8"	9.525	706.10	28.24	78.48	21.52
No. 4	4.178	434.32	17.37	95.85	4.15
No. 8	2.360	82.15	3.29	99.14	0.86
No. 16	1.180	20.14	0.81	99.94	0.06
Plato		1.42	0.06	100.00	0.00

Total		2500.00	100.00		
-------	--	---------	--------	--	--

Figura 30.

Curva granulométrica – A. Grueso



Nota. Mediante el análisis granulométrico podemos observar que la curva del agregado grueso se ubica dentro de los límites permisibles establecidos por la NTP 400.037. Fuente: Informe de ensayo CRISAL Ingeniería y Arquitectura S.A.C.

Tabla 7.

Caracterización del agregado grueso

Ensayo	N.T.P.	Resultado
MF	400.012	6.88
Contenido de humedad (%)	339.185	0.54
P.U.S.S. (kg/m ³)	400.017	1391.63
P.U.C.S (kg/m ³)	400.017	1487.95
P.E. (kg/cm ³)	400.021	2640

Absorción (%)	400.021	1.6
---------------	---------	-----

Nota. En la tabla 4 observamos las normas y resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio. Fuente: Elaboración propia.

3.2. Diseño de mezcla – ACI 211

- a) Determinar la consistencia de la mezcla

El tipo de consistencia a emplear en el diseño de mezcla será plástico, con un asentamiento de 3''-4''.

- b) Calcular la resistencia promedio requerida

Para este proyecto la resistencia a la compresión requerida es de 280 kg/cm^2 .

Cálculo del f'_{cr} :

$$f'_c < 210 \rightarrow f'_{cr} = f'_c + 70$$

$$210 < f'_c < 350 \rightarrow f'_{cr} = f'_c + 84$$

$$f'_c > 350 \rightarrow f'_{cr} = 1.1f'_c + 51$$

Como la f'_c es 280 kg/cm^2 , nos encontramos en el segundo caso.

$$210 < 280 < 350 \rightarrow f'_{cr} = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2$$

- c) Determinar el volumen unitario de agua en la mezcla

Del paso a, tenemos que la consistencia será de 3'' a 4''.

Mediante la granulometría se determinó que el agregado grueso su TMN es $\frac{3}{4}$ ''.

Tabla 8.

Volumen unitario de agua para un m^3 de concreto

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua en 1/m^3 para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
1" = 25 mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
Concreto con aire incorporado								
1 a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Nota. Tabla extraída del comité del ACI 211

Volumen unitario de agua= 205 L

d) Contenido de aire atrapado

El TMN del agregado grueso determinado mediante el análisis granulométrico es de $\frac{3}{4}$ ", por lo tanto, la cantidad de aire atrapado para este proyecto es del 2.00%.

e) Relación a/c

Mediante la tabla del ACI se realizará una interpolación con la finalidad de determinar la relación a/c.

Tabla 9.
Relación a/c

SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO POR RESISTENCIA		
f'cr (28 días)	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Nota. Tabla extraída del comité del ACI 211

Considerando que el $f'cr$ es de 364 kg/cm^2 , se interpolará los valores de 350 kg/cm^2 y 400 kg/cm^2 .

$$\begin{array}{rcl} 350 & - & 0.48 \\ 364 & - & x \\ 400 & - & 0.43 \end{array}$$

$$\frac{364 - 350}{400 - 350} = \frac{x - 0.48}{0.43 - 0.48}$$

$$\frac{14}{50} = \frac{x - 0.48}{-0.05}$$

$$0.48 + \frac{14}{50} * (-0.05) = x$$

$$x = 0.466$$

la relación a/c = 0.466

f) Contenido de cemento

Determinada la relación a/c procedemos a calcular el peso del cemento a emplear en el diseño de mezcla. Mediante la siguiente ecuación se podrá determinar el peso del cemento para un m³ de concreto.

$$\frac{a}{c} = 0.466 \rightarrow c = \frac{205}{0.466} = 439.91 \text{ kg}$$

El peso del cemento es 439.91 kg lo cual equivale a 10.35 bolsas de cemento

g) Contenido de agregado grueso seco

Para calcular el peso seco del agregado grueso, deberemos emplear la tabla 8, donde podremos determinar el peso seco del agregado grueso para un m³ de concreto.

El cual se determinará mediante el MF del agregado fino y el TMN del agregado grueso. De no encontrarse el módulo de finura en la tabla del ACI, este valor deberá ser interpolado.

$$MF = 2.44$$

$$TMN = \frac{3}{4}$$

Tabla 10.

Peso de AG para un m³ de concreto

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota. Tabla extraída del comité del ACI 211

$$\begin{aligned} 2.40 & - 0.66 \\ 2.44 & - x \\ 2.60 & - 0.64 \end{aligned}$$

$$\frac{2.44 - 2.40}{2.60 - 2.40} = \frac{x - 0.66}{0.64 - 0.66}$$

$$\frac{0.04}{0.20} = \frac{x - 0.66}{-0.02}$$

$$0.66 + \frac{0.04}{0.20} * (-0.02) = x$$

$$x = 0.656$$

el volumen de agregado grueso es de 0.656 m³

$$\text{Peso seco del AG} = PUSC_{AG} \times V_{AG}$$

$$\text{Peso seco del AG} = 1487.95 \times 0.656$$

$$\text{Peso seco del AG} = 976.62 \text{ kg}$$

h) Contenido de volúmenes absolutos

Calculado el peso seco del agregado grueso, se deberá determinar el volumen absoluto del agregado grueso y calcular el volumen absoluto del resto de materiales.

$$V_{ag} = \frac{\text{Peso seco del AG}}{PE \text{ del Agregado Grueso}} = \frac{976.62}{2640} = 0.370 \text{ m}^3$$

Tabla 11.

Volumen absoluto de los materiales

Materiales	Volumen (m³)
Cemento	0.150
Agregado Grueso	0.370
Aire	0.020
Agua	0.205

Se conoce que el V_t es 1 m³.

$$V_{af} = 1 - (0.150 + 0.370 + 0.020 + 0.205)$$

$$V_{af} = 0.255 \text{ m}^3$$

el volumen de agregado fino es de 0.255 m³

$$\text{Peso seco del A. F.} = PUSC_{AF} \times V_{AF}$$

$$\text{Peso seco del A. F.} = 2470 \times 0.255$$

$$\text{Peso seco del A. F.} = 630.93 \text{ kg}$$

i) Diseño en estado seco y corrección por humedad

Tabla 12.

Volúmenes absolutos de los materiales

Materiales	P. Seco (kg/m³)
Cemento	439.91
Agregado Grueso	976.62
Agregado Fino	630.93
Aire 2.00 %	-
Agua	205 L

Obtenido todos los pesos de los materiales, es necesario realizar la corrección por humedad. El cual estará dada por la siguiente expresión:

$$\text{Contenido de AG corregido} = \text{Peso seco AG} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Contenido de AG corregido} = 976.62 \times \left(\frac{0.54}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Contenido de AG corregido} = 981.91 \text{ kg}$$

$$\text{Contenido de AF corregido} = \text{Peso seco AF} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Contenido de AF corregido} = 630.93 \times \left(\frac{0.41}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Contenido de AF corregido} = 696.56 \text{ kg}$$

j) Aporte de agua a la mezcla de concreto

En el paso c se ha determinado el volumen unitario de la mezcla, sin embargo, se deberá calcular el aporte de agua que presenta cada uno de los agregados.

Mediante el ensayo de contenido de humedad y absorción se podrá determinar la cantidad de agua que aportaran a la mezcla de concreto cada uno de los agregados.

Emplearemos la siguiente expresión para determinar el aporte de agua del agregado grueso y fino:

$$\text{Aporte de agua del agregado grueso} = \frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado Grueso seco}}{100}$$

$$\text{Aporte de agua del agregado grueso} = \frac{(0.54 - 1.60) \times 976.62}{100}$$

$$\text{Aporte de agua del agregado grueso} = -10.31 \text{ L}$$

$$\text{Aporte de agua del agregado fino} = \frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado Grueso fino}}{100}$$

$$\text{Aporte de agua del agregado fino} = \frac{(0.41 - 2.74) \times 630.93}{100}$$

$$\text{Aporte de agua del agregado fino} = -14.76 \text{ L}$$

Se sumarán ambos valores y se obtendrá el aporte total de agua de los agregados, este valor obtenido deberá ser restado al volumen unitario de agua de la mezcla determinado en el paso C.

$$\text{Agua neta} = 205 - (-10.31 - 14.76)$$

$$\text{Agua neta} = 230.07 \text{ L}$$

3.2.1. Dosificación de concreto

Tabla 13.

Dosificación de concreto patrón

CEMENTO	A.F.	AG	AGUA
439.91 kg	633.49 kg	981.91 kg	230.07 L
0.150 m³	0.256 m ³	0.372 m ³	0.230 m ³

Nota. En la tabla observamos la dosificación del concreto patrón expresado en cantidad de material y volumen para 1 m³. Fuente: Informe de ensayo CRISAL Ingeniería y Arquitectura S.A.C.

En la tabla 5 se detalla la dosificación en volumen y peso para un concreto de resistencia de 280kg/cm², el diseño de mezcla ha sido elaborado mediante el método del ACI 211.1. Se ha utilizada esta dosificación para la preparación de los testigos de concreto, comprobado mediante ensayos en estado fresco y endurecido.

3.2.2. Dosificaciones de concreto + aditivo Sika®-1

Tabla 14.

Dosificación de concreto + 2% Sika®-1

CEMENTO	A.F.	AG	AGUA	2% Sika®-1
439.91 kg	633.49 kg	981.91 kg	230.07 L	8.80 L
0.150 m³	0.256 m ³	0.372 m ³	0.230 m ³	0.009 m ³

Nota. En la tabla observamos la dosificación del concreto con adición del 2% Sika®-1 expresado en cantidad de material y volumen para 1 m³. Fuente: Elaboración propia

Tabla 15.

Dosificación de concreto + 3% Sika®-1

CEMENTO	A.F.	AG	AGUA	3% Sika®-1
439.91 kg	633.49 kg	981.91 kg	230.07 kg	13.20 L
0.150 m³	0.256 m ³	0.372 m ³	0.230 m ³	0.013 m ³

Nota. En la tabla observamos la dosificación del concreto con adición del 3% Sika®-1 expresado en cantidad de material y volumen para 1 m³. Fuente: Elaboración propia

Tabla 16.

Dosificación de concreto + 4% Sika®-1

CEMENTO	A.F.	AG	AGUA	4% Sika®-1
439.91 kg	633.49 kg	981.91 kg	230.07 kg	17.60 L
0.150 m³	0.256 m ³	0.372 m ³	0.230 m ³	0.018 m ³

Nota. En la tabla observamos la dosificación del concreto con adición del 4% Sika®-1 expresado en cantidad de material y volumen para 1 m³. Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Dosificaciones de concreto para testigos cilíndricos

Tabla 17.

Dosificación por cada espécimen cilíndrico para ensayo de resistencia a la compresión a 28 días

	AGREGADOS				
	CEMENTO	AGREGADOS		AGUA	Sika®-1
	kg	FINO kg	GRUESO kg	L	L
Concreto patrón	2.45	3.52	5.46	1.28	0.00
Concreto + 2% Sika®-1	2.45	3.52	5.46	1.28	0.05
Concreto + 3% Sika®-1	2.45	3.52	5.46	1.28	0.07
Concreto + 4% Sika®-1	2.45	3.52	5.46	1.28	0.10

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de material empleado para la elaboración de un testigo cilíndrico de dimensiones 6"x12", el cual tiene un volumen de 0.00556 m³. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18.
Dosificación de especímenes cilíndricos para determinar porcentaje de vacíos en el concreto

	AGREGADOS					
	CEMENTO	FINO		GRUESO	AGUA	Sika®-1
	kg	kg	kg	L	L	
Concreto patrón	0.72	1.04	1.62	0.38	0.00	
Concreto + 2% Sika®-1	0.72	1.04	1.62	0.38	0.01	
Concreto + 3% Sika®-1	0.72	1.04	1.62	0.38	0.02	
Concreto + 4% Sika®-1	0.72	1.04	1.62	0.38	0.03	

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de material empleado para la elaboración de un testigo cilíndrico de dimensiones 4"x8", el cual tiene un volumen de 0.001647407m³. Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Dosificaciones de concreto para testigos prismáticos

Tabla 19.

Dosificación por cada espécimen prismático para ensayo de resistencia a la flexión a 28 días

	CEMENTO kg	AGREGADOS		AGUA L	Sika®-1 L
		FINO kg	GRUESO kg		
Concreto patrón	5.05	7.27	11.27	2.64	0.00
Concreto + 2% Sika®-1	5.05	7.27	11.27	2.64	0.10
Concreto + 3% Sika®-1	5.05	7.27	11.27	2.64	0.15
Concreto + 4% Sika®-1	5.05	7.27	11.27	2.64	0.20

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de material empleado para la elaboración de un testigo prismático de dimensiones 15x15x51 cm el cual tiene un volumen de 0.011475m³. Fuente: Elaboración propia.

3.3. Vacíos permeables

Tabla 20.

Resultados del ensayo normalizado para determinar el porcentaje (%) de vacíos permeables en el concreto.

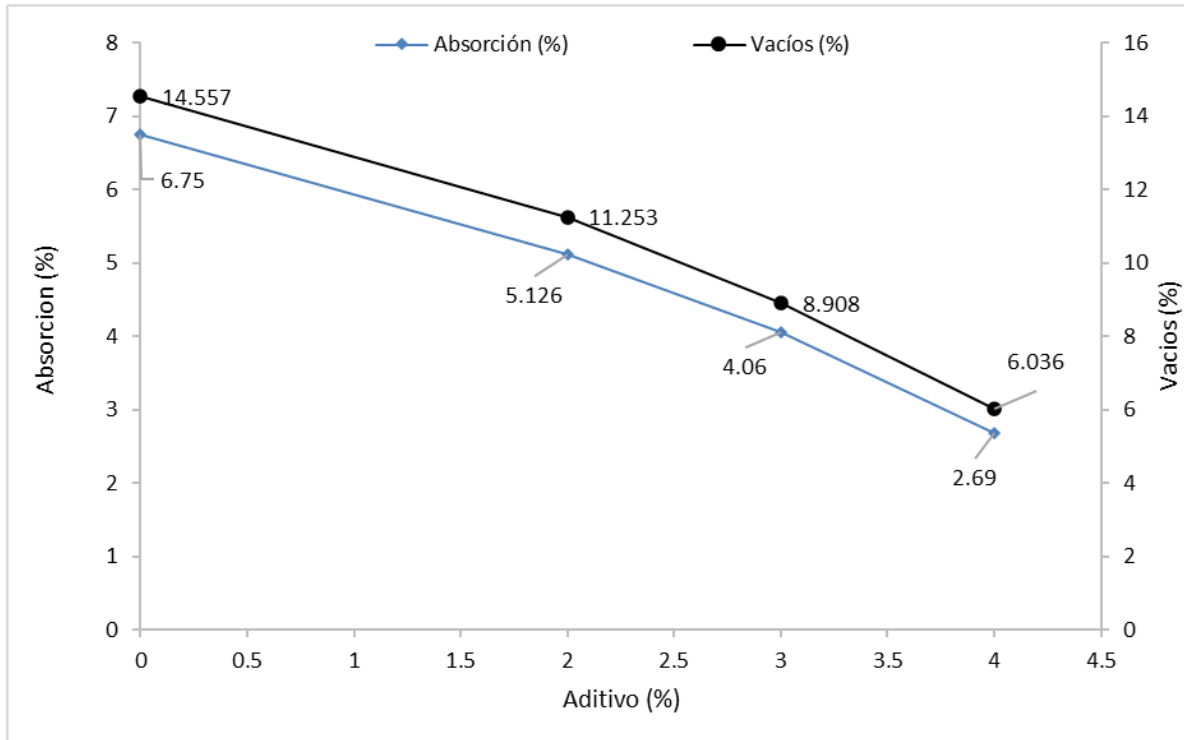
Dosificación	Absorción	Densidad	Vacíos Permeables
	(%)	(g/cm³)	(%)
Concreto patrón	6.75	2.529	14.557
Concreto + 2% Sika®-1	5.126	2.474	11.253
Concreto + 3% Sika®-1	4.06	2.404	8.908
Concreto + 4% Sika®-1	2.69	2.388	6.036

Nota: En la tabla se observa los resultados finales del ensayo normalizado. Fuente: Informe de ensayo CRISAL Ingeniería y Arquitectura S.A.C.

En la tabla anterior se muestra los resultados obtenidos mediante el ensayo normalizado y los parámetros obtenidos de absorción de agua, densidad de la muestra y el porcentaje de vacíos. La cantidad de aditivo impermeabilizante afecto el valor de dichas propiedades físicas, mientras mayor cantidad de este aditivo los valores de las 3 propiedades han disminuido. Por lo que se entiende que el aditivo sella los poros y disminuye por ende porcentaje de vacíos y reduce la absorción de agua.

Figura 31.

Gráfico de la absorción de agua y porcentaje (%) de vacíos de las muestras de concreto



Nota: Representación gráfica de los resultados obtenidos de absorción y porcentaje de vacíos de las muestras de concreto patrón y con distintas cantidades de aditivo impermeabilizante.

Fuente. Elaboración propia

En la figura se contempla que mayor cantidad de aditivo los valores de absorción y porcentaje de vacíos van disminuyendo en las muestras de concreto, los valores más altos son para aquella muestra que no tiene aditivo, mientras que el valor mínimo obtenido de absorción que fue de 2.69% y del porcentaje de vacíos que fue de 6.036%, ambos fueron obtenidos con una adición de 4% de aditivo impermeabilizante.

3.4. Propiedades físicas y mecánicas del concreto

3.4.1. Ensayo de asentamiento del concreto

Tabla 21.

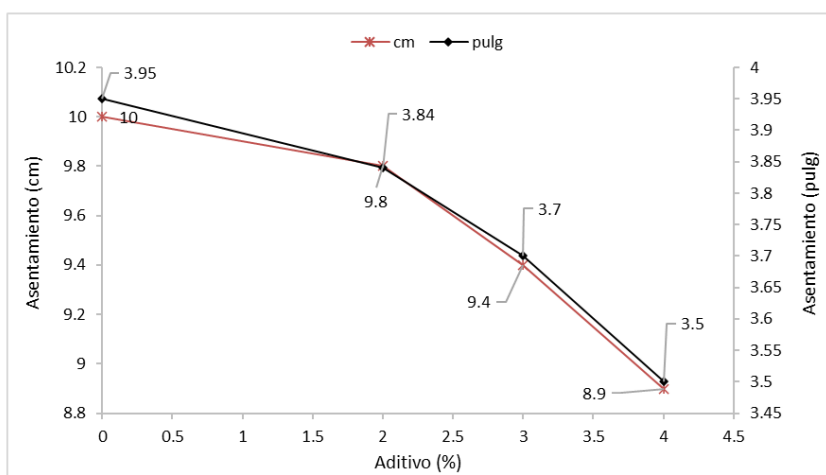
Resultados de la prueba de asentamiento

Dosificación	Asentamiento (cm)	Asentamiento (pulg)
Concreto patrón	10	3.95
Concreto + 2% Sika®-1	9.8	3.84
Concreto + 3% Sika®-1	9.4	3.7
Concreto + 4% Sika®-1	8.9	3.5

Nota. En la tabla observamos los resultados del ensayo de asentamiento para cada una de las muestras de concreto preparadas. Fuente: Informe de ensayo CRISAL Ingeniería y Arquitectura S.A.C.

Figura 32.

Asentamiento vs % de Adición



Nota. En la figura observamos los resultados del ensayo de asentamiento para cada una de las muestras de concreto preparadas. Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 13 y figura 9 se observa la variación de los valores del ensayo de asentamiento, donde la muestra patrón tuvo un asentamiento de 3.95 pulg (10 cm) esto es el valor más alto obtenido de la prueba, mientras que el valor más bajo fue de 3.5 pulg (8.9cm), este valor se obtuvo cuando se le adiciono 4% de aditivo a la mezcla de concreto. Los valores obtenidos se hallan en el rango bueno de trabajabilidad según el diseño realizado.

3.4.2. Temperatura del concreto

Tabla 22.

Temperatura del concreto en estado fresco

Dosificación	T (°C)
Concreto patrón	23.5
Concreto + 2% Sika®-1	24.0
Concreto + 3% Sika®-1	24.6
Concreto + 4% Sika®-1	24.7

Nota. Datos extraídos del informe de laboratorio.

3.4.3. Peso unitario del concreto

Tabla 23.

Peso unitario del concreto en estado fresco

Dosificación	P. Unitario (g/cm³)
Concreto patrón	2.36
Concreto + 2% Sika®-1	2.34
Concreto + 3% Sika®-1	2.33
Concreto + 4% Sika®-1	2.31

Nota. Datos extraídos del informe de laboratorio.

3.4.4. Resistencia a la compresión ($f'c$) – testigos cilíndricos

Tabla 24.

Resistencia a la compresión en las probetas de concreto

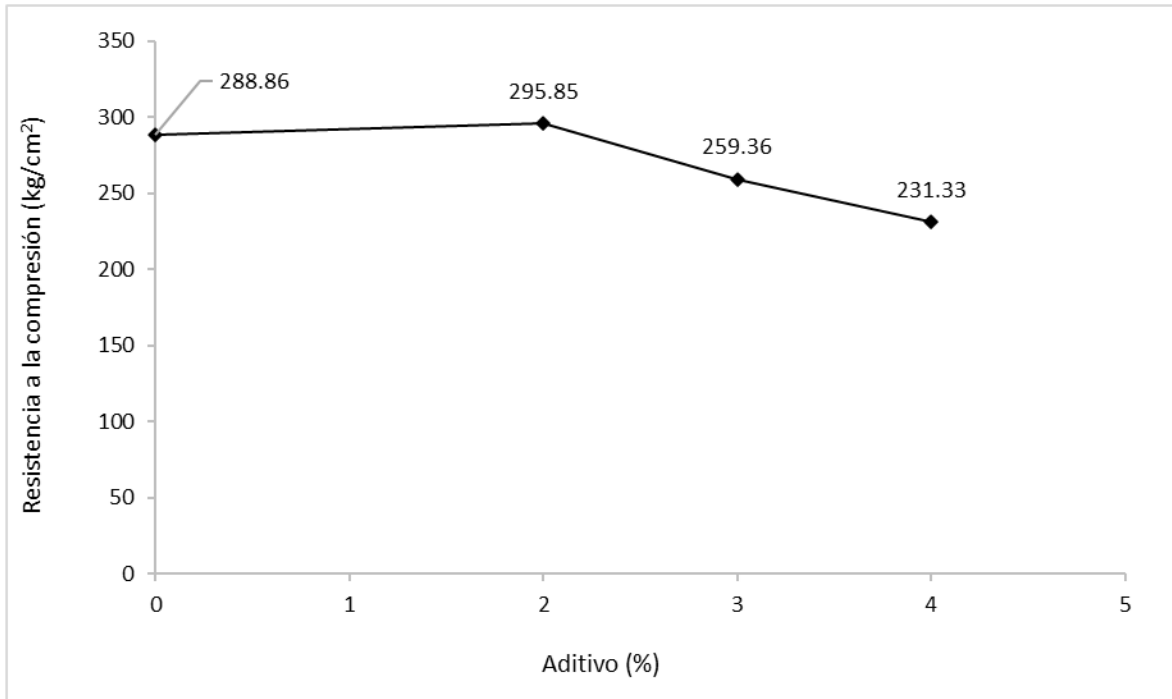
Dosificación	Repetición	$f'c$	$f'c$
		(kg/cm ²)	(kg/cm ²)
Concreto patrón	1	287.96	
	2	285.03	288.86
	3	293.6	
Concreto + 2% Sika®-1	1	299	
	2	292.67	295.85
	3	295.89	
Concreto + 3% Sika®-1	1	258.9	
	2	261.13	259.36
	3	258.06	
Concreto + 4% Sika®-1	1	238.78	
	2	223.81	231.33
	3	231.39	

Nota. En la tabla observamos los resultados de la rotura de probetas en especímenes cilíndricos de concreto.

Mediante el ensayo de resistencia a la compresión en especímenes de concreto, se puede observar que el valor más alto de resistencia se obtuvo con el 2% de aditivo.

Figura 33.

f'c vs % de Adición



En el grafico se observa el incremento de la resistencia a la compresión en el porcentaje del 2% de aditivo, así como también la disminución en su resistencia con la adición del 3% y 4% del aditivo Sika®-1.

3.4.5. Resistencia a la flexión (Mr) – especímenes prismáticos

Tabla 25.

Resistencia a la flexión en las vigas de concreto

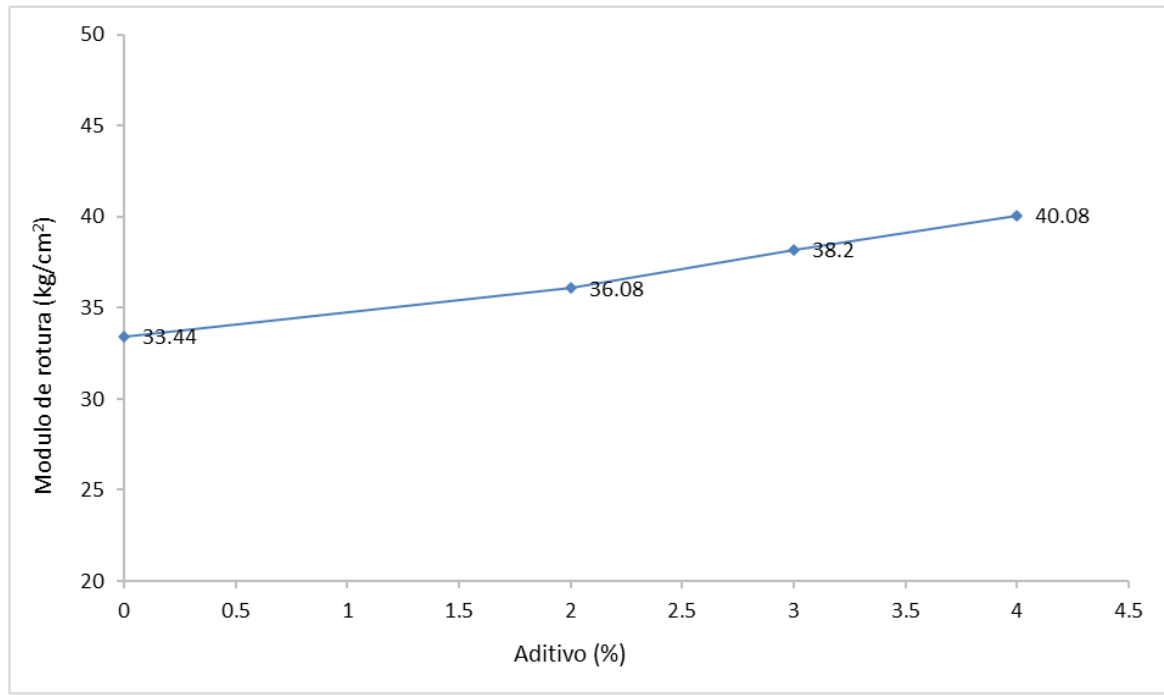
Dosificación	Repetición	Mr	Mr
		kg/cm ²	kg/cm ²
Concreto patrón	1	34.30	33.44
	2	32.58	
Concreto + 2% Sika®-1	1	35.62	36.08
	2	36.53	
Concreto + 3% Sika®-1	1	37.34	38.2
	2	39.06	
Concreto + 4% Sika®-1	1	39.57	40.08
	2	40.58	

Nota. En la tabla observamos los resultados del ensayo de resistencia a la flexión para cada una de las muestras de concreto preparadas.

Los resultados del ensayo de resistencia a la flexión de concreto mostraron un incremento en la adición de 4% de Sika®-1.

Figura 34.

Gráfico de resultados de módulo de rotura obtenidos en flexión de las muestras de concreto.



Nota. Mediante el gráfico se observa el incremento proporcional del módulo de rotura en función de la adición del aditivo Sika®-1. Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión de resultados

En base a la figura 29 se puede observar el gráfico obtenido a partir del ensayo de granulometría donde se empleó 500g de agregado fino, obteniéndose los parámetros del peso del material retenido en cada tamiz, % retenido acumulado, % retenido parcial y % de material que pasa. Empleando la NTP 400.037 se determinó que el agregado empleando está cumpliendo con los límites permisibles. En base a la figura 30 se puede observar el gráfico obtenido a partir del ensayo de granulometría donde se ha empleado 2500 g de agregado grueso, obteniéndose los parámetros de peso del material retenido en cada tamiz, % retenido acumulado, % retenido parcial y % de material que pasa. Empleando la NTP 400.037 se determinó que el agregado empleando está cumpliendo con los límites permisibles.

En las tablas 13, 14, 15 y 16 se observa la dosificación empleada para la elaboración de los especímenes, la cual ha sido trabajada en base al diseño de mezcla ACI 211-1, se ha obtenido una relación a/c de 0.466, tener una relación de a/c baja, da como resultado a un concreto de mayor resistencia que una relación a/c alta. Sin embargo, entre más alta resulte esta relación, el asentamiento del concreto aumentara. En la tabla 17, 18 y 19 se observa la cantidad de material empleado para cada espécimen elaborado en laboratorio para los ensayos para determinar el porcentaje de vacíos en el concreto, módulo de rotura (M_r) y resistencia a la compresión ($f'c$).

(Peche Melo, 2018), en su investigación emplea dos aditivos en sus distintas presentaciones polvo y líquido, siendo la presentación líquida del aditivo Sika®-1 la que obtiene un menor porcentaje de absorción en comparación del resto de presentaciones, lo

cual se puede contrastar con la investigación que a mayor adición del impermeabilizante Sika®-1 el concreto tiene un menor porcentaje de absorción.

En comparación a la investigación de (Barranca Sáenz, 2019), este emplea el uso de un aditivo impermeabilizante en la mezcla de concreto, elaborándose un total de 40 probetas para ser ensayadas a compresión y mediante el ensayo normalizado para la determinación del volumen de vacíos permeables. Mediante las pruebas de laboratorio se determinó que al 1% del aditivo se obtiene una mejora significativa en cuanto a su resistencia a la compresión y en el ensayo normalizado adicionando un 3% del aditivo obtenemos una disminución de un 36% del volumen de vacíos permeables en comparación con la muestra patrón. Lo cual se puede contrastar con nuestra investigación siendo la adición del 2% de Sika®-1 la que obtiene mejores resultados en el ensayo de compresión y es la adición del 4% la que obtiene una disminución del 41.46% en comparación de la muestra patrón.

En la investigación de (Rodríguez, 2015), menciona que los aditivos impermeabilizantes aportan de manera significativa en la impermeabilización del concreto, pero reduce la resistencia a la compresión lo cual es contrastado con la investigación donde se obtiene resultados favorable con el 2% de aditivo Sika®-1, sin embargo con el resto de los porcentajes la resistencia disminuye significativamente.

En la investigación de (Castañeda Chilon, 2021), se emplea los aditivos SikaCem impermeabilizante al 2% y 3% y el Sika WT-100 al 2%, donde los resultados obtenidos de ambos aditivos superan la resistencia de diseño, siendo el que obtiene mejores resultados el Sika WT-100. En comparación con nuestra investigación la muestra que obtiene mejores resultados en el ensayo de resistencia a la compresión fueron las probetas cilíndricas con adición del 2% de Sika®-1.

4.2. Conclusiones

Se determino que los agregados empleados se encuentran dentro de los límites que establece la normativa, satisfacen los rangos establecidos por la NTP 400.037.

A partir de los ensayos de caracterización realizados a los agregados se elaboró el diseño de mezcla mediante el método ACI 211.1 para un concreto de resistencia 280kg/cm². Según la dosificación para especímenes cilíndricos en el porcentaje de 1% de Sika®-1 se utilizó 14.49 ml Sika®-1, mientras que para el 2% de Sika®-1 se empleó 21.74 ml Sika®-1 y para el 3% Sika®-1 se empleó 28.99 ml Sika®-1. Según la dosificación para testigos prismáticos en el porcentaje de 2% Sika®-1 se utilizó 48.92 ml Sika®-1, mientras que para el 3% de Sika®-1 se empleó 73.38 ml Sika®-1 y para el 4% Sika®-1 se empleó 97.84 ml Sika®-1.

Mediante el ensayo normalizado para determinar el porcentaje (%) de vacíos en el concreto, se obtuvo que la adición del 4% de Sika®-1 tuvo la menor cantidad de vacíos permeables en comparación del concreto patrón y los porcentajes con adición del 2% y 3% de Sika®-1.

En base a los ensayos de resistencia a la compresión en testigos cilíndricos a los 28 días de curado, se tiene que el 2% de Sika®-1 fue el que obtuvo una resistencia de 295.85kg/cm² resultados mayores en comparación de la muestra patrón que obtuvo una resistencia de 288.86kg/cm², mientras que los porcentajes del 3% y 4% de Sika®-1 se obtuvieron resultados que se encontraban muy por debajo de la resistencia de diseño. Así como también en los ensayos de flexión en testigos prismáticos a los 28 días, se tiene que el módulo de rotura del 4% de Sika®-1 obtuvo un M_r de 40.08kg/cm², resultados mayores en comparación de la muestra patrón que obtuvo un M_r de 33.44kg/cm², la proporción

del 2% obtuvo un Mr de 36.08kg/cm² y la adición del 3% de Sika®-1 obtuvo un Mr de 38.02kg/cm².

Por lo tanto, se concluye que el aditivo impermeabilizante Sika®-1 en su presentación líquida mejora la capacidad de impermeabilización del concreto, siendo la proporción del 4% de Sika®-1 el que obtiene una disminución significativa en el porcentaje (%) de vacíos permeables.

4.3. Recomendaciones

Se recomienda emplear material proveniente de cantera, debido a que los ensayos realizados a los agregados dieron como resultado que el material se encuentra en óptimas condiciones, estando bajo de los límites permisibles establecidos por la NTP.

Como recomendación el material empleado para determinar las propiedades de los agregados deberá ser los mismos con los que se elaborará la mezcla de concreto. De no emplear los mismos materiales existe la posibilidad de no obtener los resultados esperados esto debido a que los materiales podrán presentar características distintas.

Es recomendable ser cuidadoso con el transporte de las muestras, debido que al preparar los especímenes para el ensayo normalizado estos podrían sufrir fracturas y romperse durante la ejecución de los ensayos.

Se recomienda que las probetas y vigas elaboradas sean desmoldadas con delicadeza, y cuidado debido a que los testigos de concreto podrían sufrir golpes y desprenderse en los extremos.

REFERENCIAS

- American Concrete Institute. (2002) Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete - ACI 211.1
- Alba Cruz, R. C., Cruz Álvarez, J. J., & Alfonso Posada, A. (2013). Mejora para el proceso en el control de calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización de los edificios. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 7(2), 52. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193929227001>
- Andrade Cordova, S. A., & Becerra Romero, J. E. (2020). *Adición de arcilla expandida y aserrín en las propiedades físicomecánicas del concreto para viviendas en Trujillo, La Libertad, 2022* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111105>
- Barranca Sáenz, J. C. V. (2019). *Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo Chemaplast Impermeabilizante para uso en reservorios, Lima 2019* [Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52587/Barranca_SJC-V-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Benites Bacilio, P. O., & Moreno Carranza, M. J. (2018). *Influencia de los aditivos SIKA WT-100, SIKA 1 líquido y SIKA 1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto, Trujillo, 2018* [Universidad Privada del Norte]. <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14116>
- BROOKS, J. J., & NEVILLE, A. M. (1998). *Tecnología del concreto* (Editorial Trilla (ed.)).
- Castañeda Chilon, F. (2021). *Efecto del aditivo SikaCem Impermeable y Sika WT-100 en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para cimentación*. [Universidad César Vallejo]. http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CHUMPITAZ OCHOA, G. N. (2019). *PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO PROVENIENTE DEL CONCRETO RECICLADO* [Universidad de San Martín de Porres].

<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6960>

Cigüeñas Cabrera, P. C. (2020). *Determinación del comportamiento mecánico del concreto con adición de aserrín* [Universidad Privada Antenor Orrego].

<https://hdl.handle.net/20.500.12759/6644>

Cruz León, A. M. G., & Medina Romero, B. A. (2019). *Influencia de la relación agua – cemento, tipo de aditivo impermeabilizante y de cemento en la resistencia a compresión y para la permeabilidad en concreto un estructuras hidráulicas, Trujillo, 2018* [Universidad Privada del Norte].

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21166>

Durand, N., & Salazar, J. (2021). *Aditivos químicos aplicados durante el curado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto* [UNIVERSIDAD RICARDO PALMA].

https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4746/T030_4063718_4_T_DURAND_ORTEGA_NIDIA_FABIOLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ebensperger, L. (2023). Diseño por vida útil de infraestructura marítima en hormigón armado: enfoque holístico con experiencias de casos chilenos. *Obras y Proyectos*, 34–44. <https://doi.org/10.21703/0718-281320233304>

Fernández Bello, G., & Huamán Quispe, J. C. (2019). *Evaluación del uso del aditivo impermeabilizante por cristalización para reducir la permeabilidad y mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm², Carapongo, Lurigancho, Lima 2019.* [Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46270>

Gómez de la Torre, T. H. (2017). *Diseño de estructuras de concreto armado* (Peru-Silu).

INEI. (2017). *Resultados definitivos de los censo nacionales 2017.* https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1544/

Mattio, M. (2014). *La permeabilidad al agua como parámetro para evaluar la durabilidad del hormigón.* https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1576/PS_Mattio%2C_María_Eugenia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Nicomedes Teodoro, E. N. (2018). Tipos de investigación. *Universidad Santo Domingo*

- de Guzmán, 1–4. <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34%0A>
- Orihuela, J., & Sánchez, N. (2016). Diseño estructural de tanques rectangulares y sus aplicaciones. *Ingenium*, 01(02). <https://doi.org/10.18259/ing.2016009>
- Paco Armestar, J. G. (2021). *Evaluación De La Influencia Del Periodo De Vida Del Cemento En El Concreto En El Distrito De Chiclayo- Lambayeque*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Peche Melo, N. B. (2018). *Influencia De La Dosificación, El Porcentaje Y Tipo De Impermeabilizante Sobre La Absorción, Permeabilidad Y Compresión En Morteros De Enlucido, Trujillo 2018* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13750>
- Reyner Vicente, C. G. (2022). *Influencia de los aditivos impermeabilizantes en la resistencia a la compresión y succión capilar para concretos de baja permeabilidad, Trujillo 2022*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104599>
- Rodríguez, C. (2015). *Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil* [Universidad Espiritu Santo]. <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/464>
- Rodríguez Villacís, S. I. (2016). *Estudio De Hormigones Impermeables, Según El Origen Local De Materiales Y La Adición De Aditivo Impermeabilizante* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75104>
- Sampieri Hernández, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (McGRAW-HILL & I. EDITORES (eds.)). McGRAW-HILL.
- Sika. (2023). *Hoja de datos del producto Sika®-I*. www.sika.com.pe.
- Sudario Salazar, R. G. (2018). *Evaluación de la incorporación del aditivo sikacem impermeable en un concreto $f'c= 280$ kg/cm² elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/27865>
- Yura. (2022a). *Agregados para la elaboración de concreto - Cemento Yura*. <https://www.yura.com.pe/blog/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>

Yura. (2022b). *Los aditivos para el concreto - Cemento YURA.*

<https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/>

Anexos

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variable

Título: *Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280$ kg/cm² con Impermeabilizante Sika®-1, empleado en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.*

Autor: *Campos Campos José Enrique*

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES					
			DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD	
Variable Independiente: <i>Impermeabilizante Sika-1</i>								
PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL:	<i>Dosificación</i>	<i>0 % de impermeabilizante respecto a la cantidad de cemento</i>	<i>Determinar el porcentaje de impermeabilizante mediante una probeta graduada.</i>	<i>el</i>	<i>Razón</i>	<i>ml</i>
<i>¿Cuál es la permeabilidad del concreto $F'c=280$ kg/cm² con Impermeabilizante Sika®-1, empleado en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.?</i>	<i>Evaluar la permeabilidad del concreto $F'c=280$ kg/cm² con Impermeabilizante Sika®-1, empleado en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.</i>	<i>La permeabilidad del concreto $F'c=280$ kg/cm² con Impermeabilizante Sika®-1, se reducirá.</i>		<i>2% de impermeabilizante respecto a la cantidad de cemento</i>				
				<i>3% de impermeabilizante respecto a la cantidad de cemento</i>				
				<i>4% de impermeabilizante respecto a la cantidad de cemento</i>				
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS						
<i>- ¿Cuál son las características de los agregados en la elaboración de la mezcla del concreto $F'c=280$ kg/cm².?</i>	<i>-Determinar las propiedades físicas de los agregados.</i>	<i>-Los agregados cumplen con los requerimientos para elaborar un concreto de calidad.</i>						

			Variable Dependiente: Permeabilidad y Propiedades Mecánicas				
			DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD
- ¿Cuál es diseño de la mezcla para obtener un diseño de mezcla $F'c=280$ Kg/cm ² .?	-Elaborar el diseño de mezcla del concreto $F'c=280$ Kg/cm ² .	-El diseño de mezcla permitirá alcanzar y superar el $F'c=280$ Kg/cm ² .					
			Permeabilidad	Peso Unitario (kg/cm ³)	Ensayo de concreto en estado Fresco ASTM C138M / NTP 339.046	Razón	kg/cm ³
- ¿Cuál es la permeabilidad del concreto $F'c=280$ Kg/cm ² , con el 2%, 3% y 4% de aditivo respecto a la cantidad de cemento?	-Determinar la permeabilidad del concreto $F'c=280$ Kg/cm ² , con el 2%, 3% y 4% de aditivo respecto a la cantidad de cemento.	-La permeabilidad del concreto $F'c=280$ Kg/cm ² , con el 2%, 3% y 4% de aditivo respecto a la cantidad de cemento, se reducirá considerablemente.		Trabajabilidad (cm)	NTP 339.035 / ASTM C143 Ensayo Asentamiento	Razón	cm
				Vacios permeables	NTP 339.187	Razón	%
- ¿Cuál es la variación de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=280$ Kg/cm ² , con el 2%, 3% y 4% de aditivo respecto a la cantidad de cemento.?	-Determinar la variación de las propiedades mecánicas del concreto $F'c=280$ Kg/cm ² , con el 2%, 3% y 4% de aditivo respecto a la cantidad de cemento.	-Las propiedades mecánicas del concreto $F'c=280$ Kg/cm ² , con el 2%, 3% y 4% de aditivo respecto a la cantidad de cemento, mejorarán.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	NTP 339.034-2015/ASTM C39 Ensayo Resistencia a la Compresión	Razón	kg/cm ²
				Resistencia a la flexión (kg/cm ²)	NTP 339.078/ Ensayo de flexión Norma (ASTM - C78)	Razón	kg/cm ²

Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: *Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280$ kg/cm² con Impermeabilizante Sika®-1, empleado en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.*

Autor: *Campos Campos José Enrique*

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL ¿Cómo voy a medir?	DIMENSIÓN ¿Qué necesito estudiar de la variable?	INDICADORES ¿Qué necesito estudiar de la dimensión?	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente: <i>Dosificación de impermeabilizante Sika -1</i>	<i>Sika®-1 es un aditivo impermeabilizante líquido de fraguado normal para mortero y concreto, bloquea la capilaridad y los poros en el sistema a base de cemento, se aplica para proporcionar una barrera de agua efectiva contra la transmisión de agua líquida. (Sika, 2022)</i>	<i>Se determinará la cantidad en reemplazo de agua por impermeabilizante, en % respecto a la cantidad de agua según diseño de mezcla.</i>	<i>impermeabilizante</i>	<i>0.00 % de impermeabilizante respecto a la cantidad de cemento</i>	<i>Razón</i>
				<i>2% de impermeabilizante respecto a la cantidad de cemento</i>	<i>Razón</i>
				<i>3% de impermeabilizante respecto a la cantidad de cemento</i>	<i>Razón</i>
				<i>4% de impermeabilizante respecto a la cantidad de cemento</i>	<i>Razón</i>
Variable dependiente: <i>Permeabilidad y Propiedades mecánicas del concreto $F'c=280$ Kg/cm²</i>	<i>El concreto es una mezcla de materiales como la arena, grava y gravilla también llamados agregados y cemento, que sirve como aglutinante; estos pueden llevar aditivos o no, según su uso específico.</i>	<i>Se determinará el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto $F'c=280$ Kg/cm² con un porcentaje 02%, 03%, 04% superior al recomendado para ellos se cuenta con 2 dimensiones y 7 indicadores.</i>	<i>Permeabilidad Propiedades mecánicas</i>	<i>Peso Unitario (kg/cm³)</i>	<i>Razón</i>
				<i>Trabajabilidad (cm)</i>	<i>Razón</i>
				<i>Vacíos permeables (%)</i>	<i>Razón</i>
				<i>Resistencia a la compresión (kg/cm²)</i>	<i>Razón</i>
				<i>Resistencia a la flexión (kg/cm²)</i>	<i>Razón</i>

Anexo N° 3: Fichas técnica de aditivos y cemento

Anexo N°3.1: Ficha técnica de aditivo Sika®-1



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika®-1

Aditivo impermeabilizante

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika®-1 es un aditivo impermeabilizante líquido de fraguado normal para mortero y concreto con propiedades hidrófugas.

USOS

Sika®-1 se utiliza para la impermeabilización de morteros y concretos, en particular para:

- Arrendamientos, morteros de albañilería y soleras.
- Concreto armado y no reforzado.
- Ladrillo, concreto y sustratos de piedra.
- Aplicaciones en interiores y exteriores, como sótanos, piscinas, túneles, tanques de agua, pozos, alcantarillas.
- Uso en condiciones de clima tropical y caliente.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika®-1 bloquea los capilares y los poros en el sistema cementoso aplicado para proporcionar una barrera de agua efectiva contra la transmisión de agua líquida. Los beneficios de Sika®-1 incluyen, entre otros, los siguientes:

- Mayor impermeabilidad del mortero / concreto.
- Listo para usar.
- Fácilmente disperso.
- Libre de cloruros.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none">• Envases PET x 4 L.• Balde x 20 L.• Cilindro x 200 L.
Vida Útil	12 meses de vida útil a partir de la fecha de producción si se almacena correctamente en el empaque original sellado, sin daños y sin abrir.
Condiciones de Almacenamiento	Almacenamiento a temperaturas entre 5 ° C y 30 ° C. Proteger de la luz solar directa, las heladas y la contaminación.
Color	Líquido blanco
Densidad	~1.0 g/cm ³
Contenido Total de Iones de Cloruro	≤ 0.1 %

Hoja De Datos Del Producto
Sika®-1
Febrero 2023, Versión 01.04
020705040010000001

1 / 2

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

Agregue una parte de Sika®-1 a 10 partes de agua, lo que equivale a aproximadamente el 3% del contenido de cemento. Cuando se utiliza arena muy húmeda, la proporción debe aumentarse a 1: 8 o en casos extremos 1: 6. Nota: Las mezclas de prueba siempre deben realizarse para establecer las tasas de dosificación exactas y los requisitos de agua por mezcla.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

MEZCLADO

Sika®-1 debe agitarse lentamente antes de usar para garantizar una consistencia homogénea y sin grumos. Sika®-1 se diluirá en el agua de aforo. La dilución debe agitarse lentamente (para garantizar una consistencia homogénea y sin grumos) antes de agregarla al mezclador de mortero / concreto. Sika®-1 también se puede agregar puro a la mezcla de mortero / concreto siempre que la mezcla se mezcle correctamente para lograr una consistencia homogénea.

MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

Deben seguirse las normas estándar de buenas prácticas de hormigonado (relativas a la producción, colocación y curado). Consulte las normas pertinentes. Sika®-1 puede combinarse con muchos otros productos Sika®.

Nota: Se requieren pruebas preliminares para probar la compatibilidad. Póngase en contacto con el servicio técnico de Sika para obtener más información y asesoramiento.

Sika Perú
Habilitación Industrial
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6
Lurín, Lima
Tel. (511) 618-6060

Hoja De Datos Del Producto
Sika®-1
Febrero 2023, Versión 01.04
020705040010000001

2 / 2

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

Sika-1-es-PE-(02-2023)-1-4.pdf

CONSTRUYENDO CONFIANZA



Anexo N°3.2: Ficha técnica de cemento



Cemento Fortimax

Tipo MS (MH) - Cemento Hidráulico de moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación

Requisitos normalizados - NTP 334.082 / ASTM C1157

REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Finura					
Superficie específica	-	-	cm ² /g	NTP 334.002	5150
Retenido M325	-	-	%	NTP 334.045	1.9
Densidad	-	-	g/cm ³	NTP 334.005	2.93
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	5
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.03
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	11.0 (1600)	MPa (psi)	NTP 334.051	21.7 (3150)
7 días	Mínimo	18.0 (2610)	MPa (psi)	NTP 334.051	29.7 (4310)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	41.4 (6010)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	181
Fraguado final	Máximo	420	Minutos	NTP 334.006	292
Expansión Barra de mortero a 14 días	Máximo	0.020	%	NTP 334.093	0.005
Expansión por sulfatos a 6 meses	Máximo	0.10	%	NTP 334.094	0.03
Calor de hidratación a 3 días	Máximo	335	kJ/kg	NTP 334.171	252

*Valores promedios referenciales de lotes despachados / **Requisito opcional

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos físicos de la NTP 334.082 y la ASTM C1157.



Anexo N° 4: Fichas de recolección de datos

Anexo N° 4.1 Ficha de recolección de datos de agregado grueso y agregado fino:



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

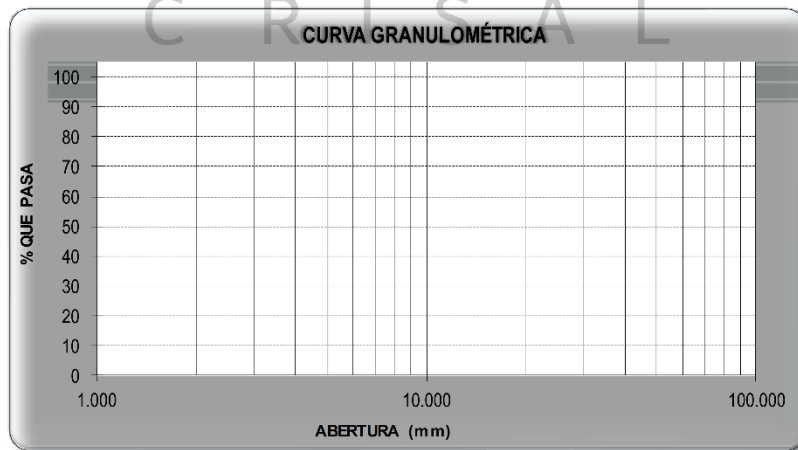
ASTM C33-03 / NTP 400.012

PROYECTO : _____
SOLICITANTE : _____
RESPONSABLE : _____
UBICACIÓN : _____
FECHA : _____
MUESTRA : _____ / _____ / _____ (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada : _____
 Peso de muestra tamizada sin plato : _____
 Peso de muestra en el plato : _____

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
4 plg	100.000						
3 1/2 plg	90.000						
3 plg	76.200						Módulo de Finura
2 1/2 plg	63.500						
2 plg	50.600						
1 1/2 plg	38.100						
1 plg	25.400						Tamaño Máximo
3/4 plg	19.050						
1/2 plg	12.700						
3/8 plg	9.525						
No4	4.75						Tamaño Máximo Nominal
No8	2.360						
No16	1.180						
PLATO							
Total							



 W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote 956621026
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo 974040869

 956621026
 crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

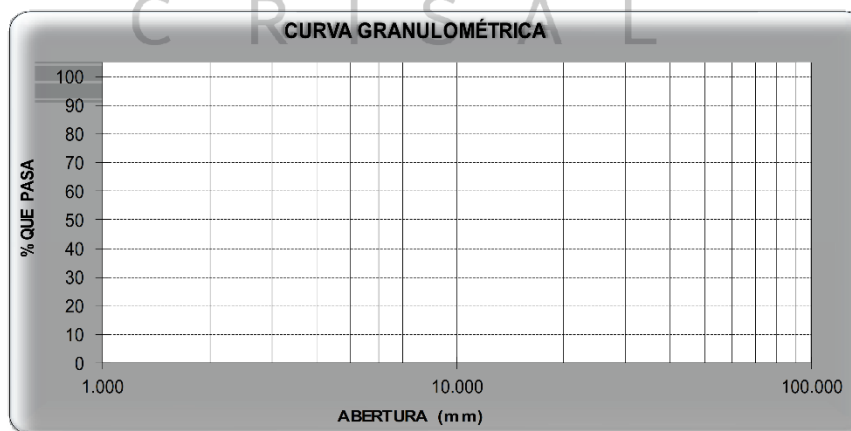
ASTM C33-03 / NTP 400.012

PROYECTO : _____
SOLICITANTE : _____
RESPONSABLE : _____
UBICACIÓN : _____
FECHA : _____
MUESTRA : _____ / _____ / _____ / _____ (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada : _____
 Peso de muestra tamizada sin plato : _____
 Peso de muestra en el plato : _____

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
3/8"	9.525						
No4	4.178						
No8	2.360						Módulo de Finura
No16	1.180						
No30	0.600						Tamaño Máximo
No50	0.300						
No100	0.150						Tamaño Máximo Nominal
PLATO							
Total							



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
 974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo N° 4.2 Ficha de recolección de datos para contenido de humedad de agregado grueso y fino:



MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO
MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 215 / NTP 339.185

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)			
Peso de tara + agregado húmedo (g)			
Peso de tara + agregado seco (g)			
Peso del agregado seco (g)			
Peso del agua (g)			
% de humedad (%)			
% de humedad promedio (%)			

 W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

 956621026
 974040869

 crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

MTC E 215 / NTP 339.185

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)			
Peso de tara + agregado húmedo (g)			
Peso del tara + agregado seco (g)			
Peso del agregado seco (g)			
Peso del agua (g)			
% de humedad (%)			
% de humedad promedio (%)			



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo N° 4.3 Ficha de recolección de datos para peso específico y absorción de agregados:



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 127/NTP 400.021

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° G°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)		
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)		
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (g)		
Peso específico de masa (P _m)		
Peso específico de masa saturada con superficie seca (P _{eSSS})		
Peso específico aparente (P _{ea})		
Absorción (%)		
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (P _m)		
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA PROMEDIO (P _{eSSS})		
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (P _{ea})		
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)		

 W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

 956621026
 974040869

 crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

ASTM C 128/NTP 400.022

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° F°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)		
B= Peso de la fiola aforada llena de agua (g)		
C= Peso total de la fiola, aforada con la muestra y agua (g)		
S= Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)		
Peso específico de masa (P _{em})		
Peso específico de masa saturada con superficie seca (P _{eSSS})		
Peso específico aparente (P _{ea})		
Absorción (%)		
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (P _{em})		
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (P _{eSSS})		
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (P _{ea})		
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)		



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo N° 4.4 Ficha de recolección de datos para peso unitario suelto y compactado de agregado grueso y fino:



PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS
ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO
Método suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)		
Volumen del recipiente (cm ³)		
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)		
Peso del Suelo Húmedo (gr)		
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)		
Contenido de Humedad (%)		
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)		
% de Vacíos		

 W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

 956621026
 974040869

 crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)		
Volumen del recipiente (cm ³)		
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)		
Peso del Suelo Húmedo (gr)		
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)		
Contenido de Humedad (%)		
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)		
% de Vacíos		



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método Suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)		
Volumen del recipiente (cm ³)		
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)		
Peso del Suelo Húmedo (gr)		
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)		
Contenido de Humedad (%)		
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)		
% de Vacíos		



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA : / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)		
Volumen del recipiente (cm ³)		
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)		
Peso del Suelo Húmedo (gr)		
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)		
Contenido de Humedad (%)		
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)		
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)		
% de Vacíos		



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo



956621026
974040869



crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo N° 4.5 Ficha de recolección de datos para peso unitario del concreto en estado fresco



PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
ASTM C 138

PROYECTO : _____

SOLICITANTE : _____

RESPONSABLE : _____

UBICACIÓN : _____

FECHA : _____

MUESTRA : _____

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO
Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)		
Volúmen del frasco (cm ³)		
Peso del Concreto Fresco + Frasco (gr)		
Peso del Concreto Fresco (gr)		
Peso Unitario (gr/cm ³)		
Peso Unitario Promedio (gr/cm ³)		
Peso Unitario Promedio (Kg/m ³)		

 W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo	 956621026 974040869	 crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com
--	---	---

Anexo N° 4.6 Ficha de recolección de datos para asentamiento del concreto:

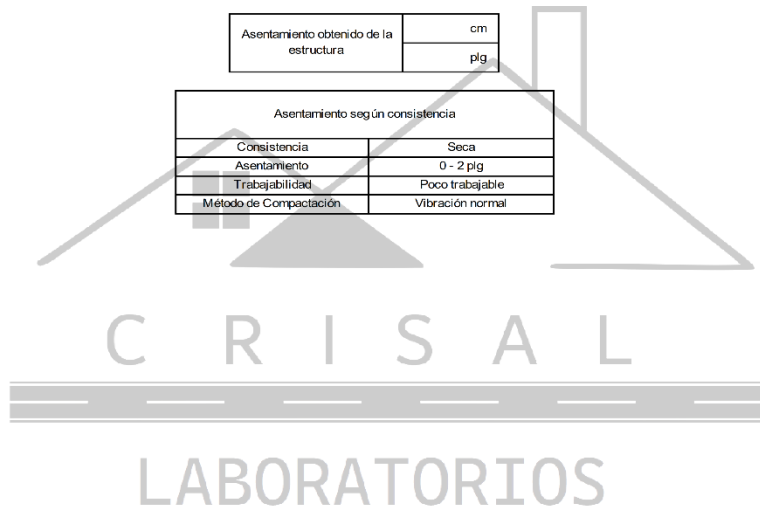


ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)
ASTM C 143

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA :

Asentamiento obtenido de la estructura	cm
	plg

Asentamiento según consistencia	
Consistencia	Seca
Asentamiento	0 - 2 plg
Trabajabilidad	Poco trabajable
Método de Compactación	Vibración normal



		
W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo	956621026 974040869	crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo N° 4.7 Ficha de recolección de datos para temperatura de mezclas de concreto



TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO
ASTM C 1064

PROYECTO :
SOLICITANTE :
RESPONSABLE :
UBICACIÓN :
FECHA :
MUESTRA :

N° REPETICIÓN	TEMPERATURA °C	TEMPERATURA PROMEDIO DE LA MEZCLA DE CONCRETO °C
PRUEBA 1		
PRUEBA 2		
PRUEBA 3		



		
W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo	956621026 974040869	crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 5. Resultados de Laboratorio

Anexo 5.1 Caracterización de Agregados

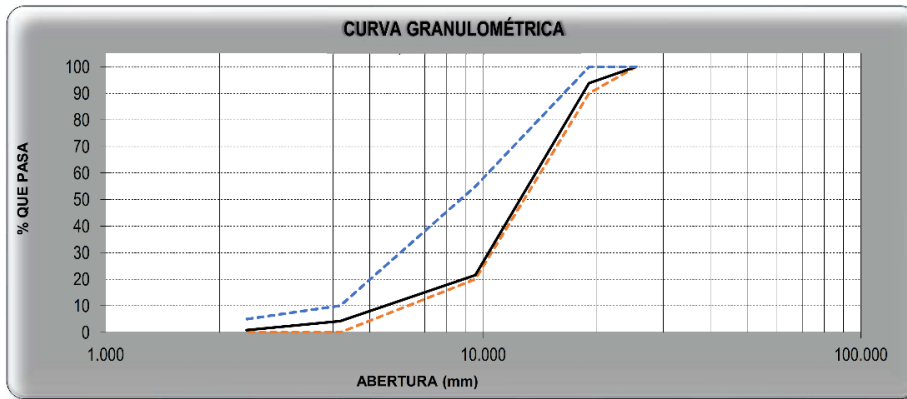


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	
<small>ASTM C33-03 / NTP 400.012</small>	
PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023
MUESTRA	: C-X / A°G° / CANTERA / TRANSPORTE SAN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada	2500.00
Peso de muestra tamizada sin plato	2498.58
Peso de muestra en el plato	1.42

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
4 plg	100.000	0.00	0.00	0.00	100.00	-	0.54%
3 1/2 plg	90.000	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
3 plg	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	-	Módulo de Finura
2 1/2 plg	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	-	6.80
2 plg	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1 1/2 plg	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	-	
1 plg	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100	Tamaño Máximo Nominal
3/4 plg	19.050	155.42	6.22	6.22	93.78	90 - 100	1 plg = 19.050 mm
1/2 plg	12.700	1100.45	44.02	50.23	49.77	-	
3/8 plg	9.525	706.10	28.24	78.48	21.52	20 - 55	
No4	4.178	434.32	17.37	95.85	4.15	0 - 10	
No8	2.360	82.15	3.29	99.14	0.86	0 - 5	
No16	1.180	20.14	0.81	99.94	0.06	-	
PLATO		1.42	0.06	99.19	0.81	-	
Total		2500.00	100.00				HUSO 67



 W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo	 956621026 974040869	 crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com
--	---	---



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

ASTM C33-03 / NTP 400.012

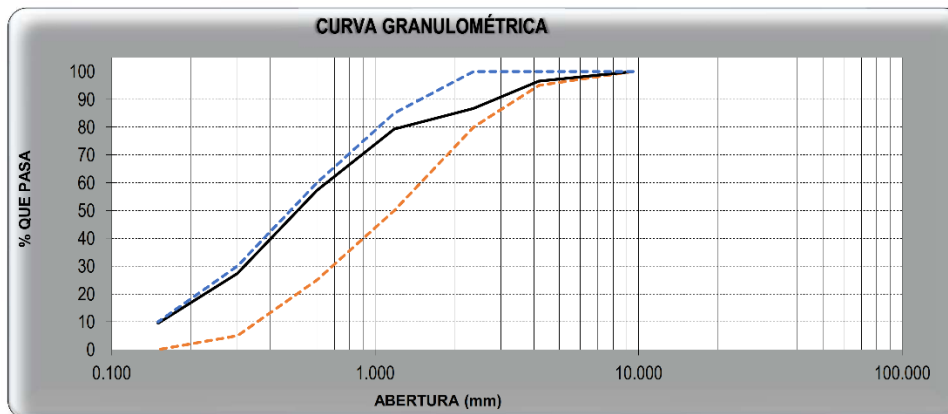
PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023
MUESTRA	: C-X / A°F° / CANTERA TRANSPORTE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE) SAN MARTIN

DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada	: 500.00
Peso de muestra tamizada sin plato	: 452.63
Peso de muestra en el plato	: 47.37

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.41%
No4	4.178	17.77	3.55	3.55	96.45	95 - 100	
No8	2.360	48.98	9.80	13.35	86.65	80 - 100	Módulo de Finura
No16	1.180	36.88	7.38	20.73	79.27	50 - 85	2.44
No30	0.600	110.50	22.10	42.83	57.17	25 - 60	Tamaño Máximo
No50	0.300	149.20	29.84	72.67	27.33	5 - 30	3/8"
No100	0.150	89.30	17.86	90.53	9.47	0 - 10	Tamaño Máximo Nominal
PLATO		47.37	9.47	100.00	0.00		R
Total		500.00	100.00				No8 = 2.360 mm

Bryan E. Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
CIP. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280$ Kg/cm ² con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023
MUESTRA	: C-X / A°G° / CANTERA TRANSPORTE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE) SAN MARTIN

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

MTC E 215 / NTP 339.185

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)	97.00	97.90	96.60
Peso de tara + agregado húmedo (g)	450.00	450.00	450.00
Peso de tara + agregado seco (g)	447.90	448.40	448.00
Peso del agregado seco (g)	350.90	350.50	351.40
Peso del agua (g)	2.10	1.60	2.00
% de humedad (%)	0.60	0.46	0.57
% de humedad promedio (%)	0.54		



Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO

MTC E 215/NTP 339.185

PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023
MUESTRA	: C-X / A°F° / CANTERA TRANSPORTE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE) SAN MARTIN

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

MTCE 215 / NTP 339.185

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de tara (g)	96.60	94.40	93.70
Peso de tara + agregado húmedo (g)	450.00	450.00	450.00
Peso del tara + agregado seco (g)	448.60	448.60	448.50
Peso del agregado seco (g)	352.00	354.20	354.80
Peso del agua (g)	1.40	1.40	1.50
% de humedad (%)	0.40	0.40	0.42
% de humedad promedio (%)	0.41		



Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. C.I.P. N° 211074

W15 Calle Independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



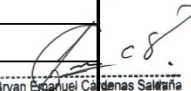
LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 127/NTP 400.021

PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280$ Kg/cm ² con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."		
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS		
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA		
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
FECHA	: 25 de enero del 2023		
MUESTRA	: C-X / A°G° /	CANTERA TRANSPORTE /	(MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)
		SAN MARTIN	

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° G°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	2966.60	2976.00
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	3017.90	3019.60
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (g)	1890.00	1900.00
Peso específico de masa (Pem)	2.63	2.66
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.68	2.70
Peso específico aparente (Pea)	2.76	2.77
Absorción (%)	1.73	1.47
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)	2.64	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA PROMEDIO (PeSSS)	2.69	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)	2.76	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	1.60	


Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

ASTM C 128/NTP 400.022

PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280$ Kg/cm ² con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."		
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS		
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA		
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
FECHA	: 25 de enero del 2023		
MUESTRA	: C-X / A°F° /	CANTERA TRANSPORTE /	(MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)
		SAN MARTIN	

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° F°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	486.13	487.16
B= Peso de la fiola aforada llena de agua (g)	650.80	651.70
C= Peso total de la fiola, aforada con la muestra y agua (g)	950.70	958.13
S= Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)	500.00	500.00
Peso específico de masa (Pem)	2.43	2.52
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.50	2.58
Peso específico aparente (Pea)	2.61	2.70
Absorción (%)	2.85	2.64
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)	2.47	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)	2.54	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)	2.65	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	2.74	

Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074





LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."		
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS		
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA		
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
FECHA	: 25 de enero del 2023		
MUESTRA	: C-X / A°G° /	CANTERA TRANSPORTE /	(MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)
		SAN MARTIN	

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm ³)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	28100.00	27750.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	19680.00	19330.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.404	1.379
Contenido de Humedad (%)	0.54%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.404	1.379
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.392	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1391.63	
% de Vacíos	47.37%	

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074





LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023
MUESTRA	: C-X / A°C° / CANTERA TRANSPORTE / SAN MARTIN (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm3)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	29200.00	29350.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	20780.00	20930.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.483	1.493
Contenido de Humedad (%)	0.54%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.483	1.493
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.488	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1487.95	
% de Vacíos	43.73%	

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

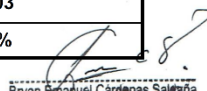
ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023
MUESTRA	: C-X / A°F° / CANTERA TRANSPORTE / SAN MARTIN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método Suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm3)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	30350.00	30500.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	21930.00	22080.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.565	1.575
Contenido de Humedad (%)	0.41%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.565	1.575
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.570	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1570.03	
% de Vacíos	36.52%	


Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS

ASTM C 29/NTP 400.017

PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023
MUESTRA	: C-X / A°F° / CANTERA TRANSPORTE / SAN MARTIN / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8420.00	8420.00
Volumen del recipiente (cm ³)	14015.13	14015.13
Peso del Suelo Húmedo + recipiente (gr)	32450.00	32550.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	24030.00	24130.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.715	1.722
Contenido de Humedad (%)	0.41%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.715	1.722
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.718	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m ³)	1718.07	
% de Vacíos	30.53%	

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074



Anexo 5.2 Diseño de Mezcla – ACI 211.1

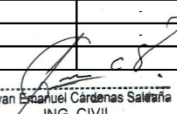


LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	
MÉTODO ACI	
PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023

Resistencia a la compresión f_c	=	280 Kg/cm²
-----------------------------------	---	------------------------------

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO	AGR. GRUESO	AGR. FINO
Densidad o peso específico	2.93	2.64	2.47
Tamaño Máximo Nominal	-	3/4 pig	2.360 mm
Peso Unitario (Kg/m ³)	2930	2640	2470
P.U Suelto Seco (kg/m ³)	-	1391.63	1570.03
P.U Compactado Seco (Kg/m ³)	-	1487.95	1718.07
Módulo de Finura	-	6.80	2.44
Humedad (%)	-	0.54	0.41
Absorción (%)	-	1.60	2.74


 Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 211074

Asentamiento según consistencia	
Consistencia	Plástica
Asentamiento	3 - 4 pig
Trabajabilidad	Trabajable
Método de Compactación	Vibración ligera y chuseado

1.- CÁLCULO $F'cr$ (RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA)

$F'c$	$F'cr$
< 210	70
210 - 350	84
> 350	98

$F'cr = 364.00 \text{ Kg/cm}^2$



W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 – Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI	
PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280$ Kg/cm ² con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023

2.- CONTENIDO DE AGUA

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua en 1/m ³ para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
1" = 25 mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
Concreto con aire incorporado								
1 a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Volumen unitario de agua
205 lts

3.- CONTENIDO DE AIRE

Tamaño máximo nominal	Aire Atrapado
3/8 plg	3.00%
1/2 plg	2.50%
3/4 plg	2.00%
1 plg	1.50%
1 1/2 plg	1.00%
2 plg	0.50%
3 plg	0.3%
6 plg	0.2%

Contenido de Aire Atrapado para el tamaño máximo nominal del agregado de este proyecto = 2.00%

4.- RELACIÓN AGUA / CEMENTO

SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO POR RESISTENCIA		
$f'c$ (28 días)	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.466 (Por interpolación)



CONTENIDO DE CEMENTO

205 lts = 0.466

C = 439.91 Kg

lo que equivale a =

10.35 bolsas de cemento

Bryan Emmanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. C.I.P. N° 211074



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI	
PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023

6.- CONTENIDO DEL AGREGADO GRUESO

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Peso del agregado grueso por volumen de concreto = 0.656 m³

Cantidad de Agregado Grueso = 976.62 kg

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074

7.- CONTENIDO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento = 0.150 m³
 Agua = 0.205 m³
 Aire = 0.020 m³
 Agregado Grueso = 0.370 m³

 0.745 m³

Volumen del Agregado Fino = 1 m³ - 0.745 m³ = 0.255 m³

8.- CONTENIDO DEL AGREGADO FINO

Cantidad de Agregado Fino = 629.67 kg

9.- DISEÑO EN ESTADO SECO



Cemento = 439.91 Kg
 Agua = 205.00 lts
 Aire = 2.00%
 Agregado Grueso = 976.62 Kg
 Agregado Fino = 629.67 Kg



LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO ACI	
PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $f'c=280$ Kg/cm ² con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023

10.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

$$\text{Peso seco} \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

Contenido de Agregado Grueso Corregido	=	981.91 Kg
Contenido de Agregado Fino Corregido	=	632.22 Kg

11.- APORTES DE AGUA A LA MEZCLA

$$\frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado seco}}{100}$$

Agua del Agregado Grueso	=	-10.31 Its
Agua del Agregado Fino	=	-14.73 Its
Aporte de agua a la mezcla	=	-25.04 Its

12.- AGUA NETA

$$\text{Agua Neta} = \text{Volumen unitario de agua} - (\text{Aporte de agua a la mezcla})$$

Agua Neta = 230.04 Its

13.- PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
439.91 Kg	632.22 Kg	981.91 Kg	230.04 Its
0.150 m ³	0.256 m ³	0.372 m ³	0.230 m ³

PROPORCIONES DEL DISEÑO EN PESO



: 1.44 : 2.23 : 22.22 Its/bolsa

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074

Anexo 5.3 Ensayo de temperatura



TEMPERATURA DE MEZCLAS DE CONCRETO	
<small>ASTM C 1064</small>	
PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023
MUESTRA	: EL PESO UNITARIO FUE TOMADO DURANTE LA ELABORACIÓN DE PROBETAS Y VIGAS

MUESTRA	N° REPETICIÓN	TEMPERATURA °C	TEMPERATURA PROMEDIO DE LA MEZCLA DE CONCRETO °C
CONCRETO PATRON	PRUEBA 1	23.5	23.5
	PRUEBA 2	23.5	
	PRUEBA 3	23.4	
CONCRETO+ 2% Impermeabilizante Sika®-1	PRUEBA 1	23.9	24.0
	PRUEBA 2	24.1	
	PRUEBA 3	23.9	
CONCRETO+3% Impermeabilizante Sika®-1	PRUEBA 1	24.6	24.6
	PRUEBA 2	24.8	
	PRUEBA 3	24.4	
CONCRETO+ 4% Impermeabilizante Sika®-1	PRUEBA 4	24.7	24.7
	PRUEBA 5	24.8	
	PRUEBA 6	24.5	

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 211074



Anexo 5.4 Ensayo de asentamiento



ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)	
ASTM C 143	
PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023
MUESTRA	: EL ASENTAMIENTO FUE TOMADO DURANTE LA ELABORACIÓN DE PROBETAS Y VIGAS

MUESTRA	ASENTAMIENTO OBTENIDO		ASENTAMIENTO SEGÚN CONSISTENCIA			
	in	cm	CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
CONCRETO PATRON	3.95	10.0	Plástica	3 - 4 plg	Trabajable	Vibración ligera y chuseado
CONCRETO+ 2% Impermeabilizante Sika®-1	3.84	9.8	Plástica	3 - 4 plg	Trabajable	Vibración ligera y chuseado
CONCRETO+3% Impermeabilizante Sika®-1	3.7	9.4	Plástica	3 - 4 plg	Trabajable	Vibración ligera y chuseado
CONCRETO+ 4% Impermeabilizante Sika®-1	3.5	8.9	Plástica	3 - 4 plg	Trabajable	Vibración ligera y chuseado

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 ING. CIVIL
 R. CIP. N° 211074



Anexo 5.5 Ensayo de Densidad



PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO	
<small>ASTM C 138</small>	
PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 25 de enero del 2023
MUESTRA	: EL PESO UNITARIO FUE TOMADO DURANTE LA ELABORACIÓN DE PROBETAS Y VIGAS

Muestra N°	CONCRETO PATRÓN		CONCRETO+ 2% Impermeabilizante Sika®-1		CONCRETO+3% Impermeabilizante Sika®-1		CONCRETO+ 4% Impermeabilizante Sika®-1	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Peso del recipiente (g)	8420	8420	8420	8420	8420	8420	8420	8420
Volúmen del frasco (cm³)	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13	14015.13
Peso del Concreto Fresco + Frasco (g)	41500	41480	41220	41230	41100	41060	40800	40760
Peso del Concreto Fresco (g)	33080	33060	32800	32810	32680	32640	32380	32340
Peso Unitario (g/cm³)	2.360	2.359	2.340	2.341	2.332	2.329	2.310	2.308
Peso Unitario Promedio (g/cm³)	2.36		2.34		2.33		2.31	
Peso Unitario Promedio (kg/m³)	2359.59		2340.68		2330.34		2308.96	



Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074

Anexo 5.6 Ensayo normalizado para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el hormigón(concreto) endurecido



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

DENSIDAD, ABSORCIÓN Y PORCENTAJE DE VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO	
ASTM C 642	
PROYECTO	: "Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022."
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: miércoles, 25 de Enero de 2023
MUESTRA	: EL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO FUE TOMADO DURANTE LA ELABORACIÓN DE PROBETAS Y VIGAS

DENSIDAD, ABSORCIÓN Y PORCENTAJE DE VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO

Muestra N°	CONCRETO PATRÓN			CONCRETO+ 2% Impermeabilizante Sika®-1			CONCRETO+3% Impermeabilizante Sika®-1			CONCRETO+ 4% Impermeabilizante Sika®-1		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
A Masa Seca al horno	1050.395	1084.3	1016.49	1032.7	1175.3	933.5	1056.7	1078.9	1086.6	1077.1	1127.5	1164.2
B Masa saturada, después de la inmersión	1115.4	1147.3	1088.4	1080.9	1213.7	979.2	1095	1119.7	1128.4	1100.5	1151.9	1191.6
C Masa saturada, después de la inmersión y hervido	1120.4	1150.1	1092.9	1085.1	1236.1	981.4	1097.3	1124.9	1131.1	1105.7	1157.3	1196.4
D Masa aparente en agua después de la inmersión y hervido	635	660	610	622	695	554	610	650	620	610	648	700
Absorción después de la inmersión (%)	6.19	5.81	7.07	4.67	3.27	4.90	3.62	3.78	3.85	2.17	2.16	2.35
Absorción después de la inmersión y hervido (%)	6.685	6.088	7.517	5.074	5.173	5.131	3.842	4.264	4.095	2.655	2.643	2.766
g1 Densidad seca (g/cm^3)	2.164	2.212	2.105	2.230	2.172	2.184	2.168	2.272	2.126	2.173	2.214	2.345
Densidad después de la inmersión (g/cm^3)	2.298	2.341	2.254	2.334	2.243	2.291	2.247	2.358	2.208	2.220	2.262	2.400
Densidad después de la inmersión y hervido (g/cm^3)	2.308	2.347	2.263	2.343	2.284	2.296	2.252	2.369	2.213	2.231	2.272	2.410
g2 Densidad aparente (g/cm^3)	2.529	2.556	2.501	2.514	2.447	2.460	2.366	2.516	2.329	2.306	2.351	2.508
Volumen de vacíos permeables (%)	14.422	13.426	15.823	11.315	11.236	11.207	8.332	9.686	8.707	5.770	5.851	6.487
Volumen de vacíos promedio (%)	14.557			11.253			8.908			6.036		

MS. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
ING. CIVIL
R.C.I.P. N° 211974

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 5.7 Ensayo de resistencia a la compresión



CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39

OBRA : Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.
 SOLICITANTE : JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ELABORADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : domingo, 19 de Febrero de 2023
 MUESTRA : CONCRETO PATRÓN

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm^2	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm^2	Resistencia Obtenida Kg/cm^2	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	280	22/01/2023	19/02/2023	28	519.40	52945.97	15.30	183.85	287.98	102.85
02	COLUMNAS	280	22/01/2023	19/02/2023	28	510.72	52061.16	15.25	182.65	285.03	101.79
03	COLUMNAS	280	22/01/2023	19/02/2023	28	528.15	53837.92	15.28	183.37	293.60	104.86



OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. C.I.P. N° 211074

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.
 SOLICITANTE : JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ELABORADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : lunes, 20 de Febrero de 2023
 MUESTRA : CONCRETO + 2% ADITIVO Sika®-1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm^2	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm^2	Resistencia Obtenida Kg/cm^2	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	280	23/01/2023	20/02/2023	28	536.47	54686.03	15.26	182.89	299.00	106.79
02	COLUMNAS	280	23/01/2023	20/02/2023	28	525.10	53527.01	15.26	182.89	292.67	104.52
03	COLUMNAS	280	23/01/2023	20/02/2023	28	530.19	54045.87	15.25	182.66	295.89	105.68



SERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 ING. CIVIL
 R. CIP. Nº 211074

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
 Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
 974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.
 SOLICITANTE : JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
 TESTIGOS : 03 TESTIGOS ELABORADOS POR EL SOLICITANTE
 RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
 FECHA : martes, 21 de Febrero de 2023
 MUESTRA : CONCRETO + 3% ADITIVO Sika®-1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm^2	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm^2	Resistencia Obtenida Kg/cm^2	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	280	24/01/2023	21/02/2023	28	465.12	47412.84	15.27	183.13	258.90	92.46
02	COLUMNAS	280	24/01/2023	21/02/2023	28	467.29	47634.05	15.24	182.41	261.13	93.26
03	COLUMNAS	280	24/01/2023	21/02/2023	28	462.40	47135.58	15.25	182.85	258.06	92.16



OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS

EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. Nº 211074

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.

SOLICITANTE : JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 03 TESTIGOS ELABORADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : miércoles, 22 de Febrero de 2023

MUESTRA : CONCRETO + 4% ADITIVO Sika®-1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm^2	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Diámetro cm	Sección cm^2	Resistencia Obtenida Kg/cm^2	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		kN	Kgs.				
01	COLUMNAS	280	25/01/2023	22/02/2023	28	427.30	43557.59	15.24	182.41	238.78	85.28
02	COLUMNAS	280	25/01/2023	22/02/2023	28	401.04	40880.73	15.25	182.65	223.81	79.93
03	COLUMNAS	280	25/01/2023	22/02/2023	28	414.62	42265.04	15.25	182.65	231.39	82.64
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HAN SIDO REALIZADO EN LABORATORIO								



Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 5.8 Ensayo de resistencia a la flexión



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

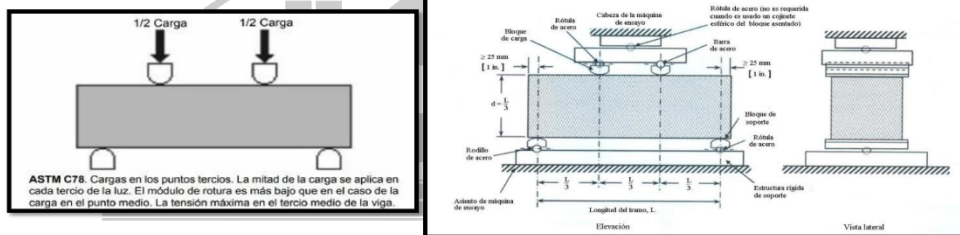
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97	
OBRA	: Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 02 TESTIGOS ELABORADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA	: domingo, 19 de Febrero de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	BLOQUES DE CONCRETO	28	150.00	150.00	510.00	480.00
02	BLOQUES DE CONCRETO	28	150.00	150.00	510.00	480.00

La resistencia a la compresión promedio a los 28 días es de: 289 Kg/cm^2

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. C.I.P. N° 211074



LABORATORIOS
TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MÓDULO DE ROTURA (Mpa)	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2539.10	24.90	3.39	33.31	33.09
BLOQUE DE CONCRETO (PATRÓN)	2411.64	23.65	3.22		

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

R_f = Módulo de rotura (Mpa)

F = Carga máxima registrada (KN)

a = Luz entre apoyos (mm)

b = Ancho medio de la probeta (mm)

h = Altura media de la probeta (mm)

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

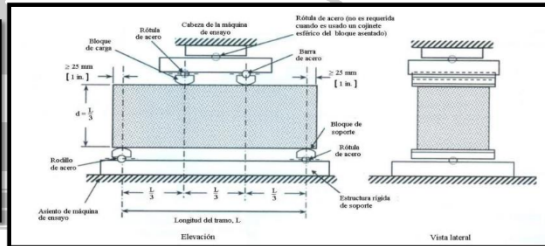
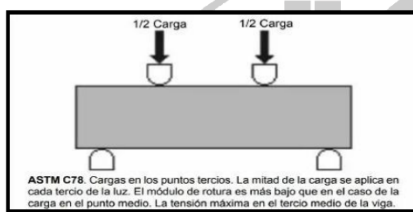
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97	
OBRA	: Evaluación de la permeabilidad del concreto F'c=280 Kg/cm2 con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 02 TESTIGOS ELABORADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA	: Lunes, 20 de Febrero de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	CONCRETO + 2% ADITIVO Sika®-1	28	150.00	150.00	510.00	460.00
02	CONCRETO + 2% ADITIVO Sika®-1	28	150.00	150.00	510.00	460.00

La resistencia a la compresión promedio a los 28 días es de: 296 Kg/cm²

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074



LABORATORIOS
TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MÓDULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
CONCRETO + 2% ADITIVO Sika®-1	2629.86	25.79	3.52	3.56	
CONCRETO + 2% ADITIVO Sika®-1	2697.16	26.45	3.61		
				MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm ²)	35.60

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:

- Rf = Módulo de rotura (Mpa)
- F = Carga máxima registrada (KN)
- a = Luz entre apoyos (mm)
- b = Ancho medio de la probeta (mm)
- h = Altura media de la probeta (mm)

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

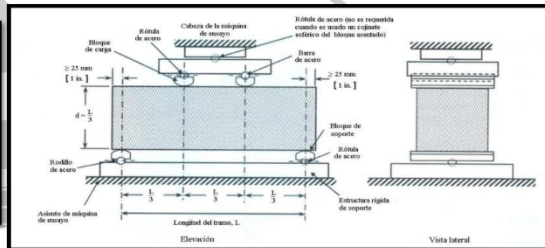
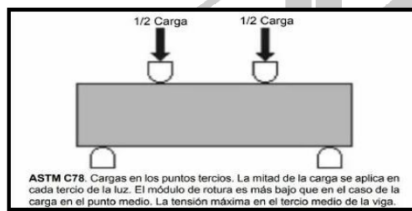
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97	
OBRA	: Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 02 TESTIGOS ELABORADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA	: martes, 21 de Febrero de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	CONCRETO + 3% ADITIVO Sika®-1	28	150.00	150.00	510.00	460.00
02	CONCRETO + 3% ADITIVO Sika®-1	28	150.00	150.00	510.00	460.00

La resistencia a la compresión promedio a los 28 días es de: 259 Kg/cm²

Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074



LABORATORIOS
TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	3.78
CONCRETO + 3% ADITIVO Sika®-1	2763.44	27.10	3.69	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
CONCRETO + 3% ADITIVO Sika®-1	2888.87	28.33	3.86	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Kg/cm ²)	37.77

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:
 R_f = Módulo de rotura (Mpa)
 F = Carga máxima registrada (KN)
 a = Luz entre apoyos (mm)
 b = Ancho medio de la probeta (mm)
 h = Altura media de la probeta (mm)

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com



LABORATORIOS CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

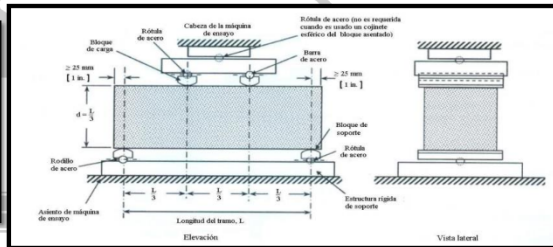
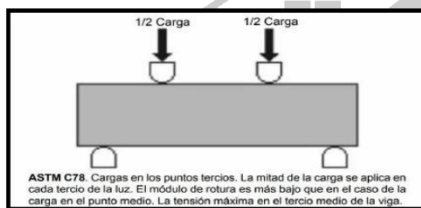
ENSAYO DE FLEXIÓN DE VIGAS DE CONCRETO NORMA TÉCNICA PERUANA 339.078, ASTM C- 78 / MTC E709 / AASTHO T97	
OBRA	: Evaluación de la permeabilidad del concreto $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ con Impermeabilizante Sika®-1, empleados en reservorios Trujillo, La Libertad 2022.
SOLICITANTE	: JOSÉ ENRIQUE CAMPOS CAMPOS
UBICACIÓN	: TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
TESTIGOS	: 02 TESTIGOS ELABORADOS POR EL SOLICITANTE
RESPONSABLE LAB.	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
FECHA	: miércoles, 22 de Febrero de 2023

TABLA 1.1. DIMENSIONES DE LA VIGA PRISMÁTICA DE CONCRETO

Nº de Testigo	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	EDAD (Días)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	LARGO (mm)	SEPARACIÓN DE APOYOS (mm)
01	CONCRETO + 4% ADITIVO Sika®-1	28	150.00	150.00	510.00	460.00
02	CONCRETO + 4% ADITIVO Sika®-1	28	150.00	150.00	510.00	460.00

La resistencia a la compresión promedio a los 28 días es de: 235 Kg/cm^2

ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074



LABORATORIOS
TABLA 1.2. RESULTADOS CALCULADOS DEL ENSAYO A FLEXIÓN



IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	CARGA MÁXIMA (Kgs)	CARGA MÁXIMA (KN)	MODULO DE ROTURA Mpa	MÓDULO DE ROTURA PROMEDIO (Mpa)	
CONCRETO + 4% ADITIVO Sika®-1	2922.52	28.66	3.91		3.96
CONCRETO + 4% ADITIVO Sika®-1	2997.98	29.40	4.01		39.57

$$R_f = \frac{F * 1000 * a}{b * h^2}$$

DÓNDE:


- Rf = Módulo de rotura (Mpa)
- F = Carga máxima registrada (KN)
- a = Luz entre apoyos (mm)
- b = Ancho medio de la probeta (mm)
- h = Altura media de la probeta (mm)

W15 Calle independencia/3 de octubre/Nvo Chimbote
Urb 4 Suyos Sector 3 - Mz B, Lt 06/La Esperanza/Trujillo

956621026
974040869

crisal.ingenieria.arquitectura@gmail.com

Anexo 6. Certificados de Calibración



PyS EQUIPOS
LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1989-2022

DESTINATARIO : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C
 DIRECCION : MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD - TRUJILLO
 FECHA : 2022/09/07
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 6200 g
 N° DE SERIE : 8345671812 DIV. DE ESCALA (d) 0.1 g
 MODELO : NVT6201ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 1 g
 TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO NO INDICA
 CLASE III CAPACIDAD MÍNIMA 2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: M-1544-2021,M-1541-2021

CALBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD


Temp °C	Inicial		Final		H. R. %	Inicial		Final	
	18.5	18.6				75	75		
Medición N°	Carga L1 = 3000.00 g			Carga L2 = 6000.00 g					
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)			
1	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080			
2	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080			
3	3000.00	0.070	-0.020	6000.10	0.070	0.080			
4	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080			
5	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.080	0.070			
6	3000.00	0.070	-0.020	6000.10	0.080	0.070			
7	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080			
8	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080			
9	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080			
10	3000.00	0.060	-0.010	6000.10	0.070	0.080			

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
3000.00	0.010	0.03
6000.00	0.010	0.03

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temp. °C	18.6	18.6	H.R. (%)	75	75

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo			Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (g)	
	Carga Mínima* (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	1.00	1.00	0.080	-0.030	2000.00	2000.00	0.070	-0.020	0.010	0.02
2	1.00	1.00	0.080	-0.030	2000.00	1999.80	0.050	-0.200	-0.170	0.02
3	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.00	1999.80	0.050	-0.200	-0.180	0.02
4	1.00	1.00	0.080	-0.030	2000.00	2000.00	0.060	-0.010	0.020	0.02
5	1.00	1.00	0.070	-0.020	2000.10	2000.10	0.080	0.070	0.090	0.02

* Valor entre 0 y 10e

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temp. °C	18.6	18.6	H.R. (%)	75	75

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1.00	1.00	0.070	-0.020						
5.00	5.00	0.060	-0.010	0.010	5.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
20.00	20.00	0.060	-0.010	0.010	20.00	0.050	0.000	0.020	0.01
100.00	100.00	0.050	0.000	0.020	100.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
500.00	499.90	0.070	-0.120	-0.100	500.00	0.070	-0.020	0.000	0.01
1000.00	1000.00	0.080	-0.030	-0.010	1000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02
2000.00	2000.00	0.080	-0.030	-0.010	1999.90	0.050	-0.100	-0.080	0.02
3000.00	2999.90	0.060	-0.110	-0.090	2999.90	0.050	-0.100	-0.080	0.02
4000.00	4000.00	0.070	-0.020	0.000	4000.00	0.070	-0.020	0.000	0.02
5000.00	5000.00	0.070	-0.020	0.000	5000.00	0.070	-0.020	0.000	0.03
6000.00	6000.10	0.090	0.060	0.080	6000.10	0.090	0.060	0.080	0.03

$E = I + \frac{1}{2}e - \Delta L - L$

$Ec = E - Eo$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura $K = 2$, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: $U = 0,07 \text{ g}$

Revisado por:

 Eler Pozo S
 Dpto. Metrologia

Calibrado por:

 Javier Negrón C.
 Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 LL 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1990-2022

DESTINATARIO : CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.
 DIRECCIÓN : MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD - TRUJILLO
 FECHA : 2022/09/07
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE MASA- PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
 MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 30 Kg
 N° DE SERIE : 8356390693 DIV. DE ESCALA (d) 0.001 g
 MODELO : R21PE30ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 0.010 g
 TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO DE LA BALANZA NO INDICA
 CLASE III CAPACIDAD MÍNIMA 0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: M-1541,M-1543,M-1544,M-1545 / 2021

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	17.7	17.7		79	80

Medición N°	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg		
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0005	0.0000
2	15.000	0.0004	0.0001	30.001	0.0008	0.0007
3	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001
4	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0004	0.0001
5	15.000	0.0005	0.0000	30.001	0.0009	0.0006
6	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
7	15.000	0.0004	0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
8	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0004	0.0001
9	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0004	0.0001
10	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0005	0.0000

$E = l + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0002	0.002
30.00	0.0008	0.003

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1990-2022

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	17.7	17.7

	Inicial	Final
	80	80

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				E. M. P. ± (kg)	
	Carga Mínima* (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)		Ec (kg)
1	0.010	0.010	0.0006	-0.0001	10.000	10.000	0.0008	-0.0003	-0.0002	0.002
2		0.010	0.0007	-0.0002		9.999	0.0005	-0.0010	-0.0008	0.002
3		0.010	0.0007	-0.0002		9.999	0.0004	-0.0009	-0.0007	0.002
4		0.010	0.0008	-0.0003		10.000	0.0008	-0.0003	0.0000	0.002
5		0.010	0.0007	-0.0002		10.000	0.0008	-0.0003	-0.0001	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final	Inicial	Final	Final
Temp. °C	17.7	17.8	H.R. (%)	80	80

Carga L (kg)	CRECIENTES					DECRECIENTES					E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)			
0.01	0.010	0.0008	-0.0003								
0.20	0.20	0.0007	-0.0002	0.0001	0.20	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001	0.001	
0.10	0.10	0.0006	-0.0001	0.0002	0.10	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001	0.001	
0.50	0.50	0.0006	-0.0001	0.0002	0.50	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001	0.001	
1.00	1.00	0.0006	-0.0001	0.0002	1.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001	0.001	
5.00	5.00	0.0006	-0.0001	0.0002	5.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.001	0.001	
10.00	10.00	0.0007	-0.0002	0.0001	10.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.002	0.002	
15.00	15.00	0.0007	-0.0002	0.0001	15.00	0.0007	-0.0002	0.0001	0.002	0.002	
20.00	20.00	0.0005	0.0000	0.0003	20.00	0.0008	-0.0003	0.0000	0.002	0.002	
25.00	25.00	0.0006	-0.0001	0.0002	25.00	0.0006	0.0009	0.0012	0.003	0.003	
30.00	30.00	0.0008	-0.0003	0.0000	30.00	0.0008	0.0007	0.0010	0.003	0.003	

$$E = I + \frac{1}{2}d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN:

$$U = 2 \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} \text{ R}^2}$$

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrologia

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrologia



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

PYS EQUIPOS
LABORATORIO DE METROLOGIA
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1251-2022

Página 1 de 2

Solicitante	: CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.
Dirección	: MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD – TRUJILLO.
Instrumento de Medición	: TERMÓMETRO DIGITAL
Fabricante	: AMARELL
Modelo	: E905004
Serie	: 459
Procedencia	: ALEMANIA
Alcance máximo	: -50°C a 200° (-58°F a 392°F)
División Mínima	: 0.1° C
Tipo de Indicación	: Digital
Lugar de Calibración	: Laboratorio de temperatura – PYS EQUIPOS.
Fecha de Calibración	: 2022-09-26
Fecha de emisión	: 2022-09-26
Método de calibración empleado	: Tomando como referencia el procedimiento de INDECOPI/SNM PC-017 “procedimiento para calibración de termómetros digitales” 1era edición, noviembre 2007

Observaciones
Se colocó una etiqueta con la indicación “CALIBRADO”
El resultado de cada una de las mediciones en el presente documento es un promedio de tres valores de un mismo punto.
Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.
PYS EQUIPOS E.I.R.L., no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
El usuario es el responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1251-2022

Página 2 de 2

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de Patrones Nacionales de Temperatura del Servicio Nacional de Metrología SNM-INDECOPI en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP)

PATRONES DE REFERENCIA

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del CORPORACION 2M&N SAC	Termómetro de Indicación Digital	020-CT-T-2022

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura °C	Inicial	Final
	18.5	75

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Puntos de calibración (°C)	Promedio (°C)	Error (°C)
20.00	10.08	0.39
30.00	30.02	0.22
40.00	39.72	0.15

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado. PYS EQUIPOS E.I.R.L. No se hace responsable por los perjuicios de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.

Observaciones:

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"

EIP

Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. de Metrología

Javier Negrón C.

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. de Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1420-2022

Página: 1 de 3

SOLICITANTE: CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C
DIRECCIÓN: MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD – TRUJILLO.
EQUIPO: HORNO ELECTRICO
MARCA: PYS EQUIPOS
MODELO: 101-2B
N° SERIE: 21030634
PROCEDENCIA: CHINA
IDENTIFICACIÓN: NO INDICA
UBICACIÓN: Laboratorio Temperatura – PYS EQUIPOS.
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110°C

DESCRIPCIÓN	CONTROL	INSTRUMENTO DEL EQUIPO
Alcance De Indicación	300 °c	(*)
Div. Escala / Resolución	0.1	(*)
Tipo	Digital	(*)

FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN
 La calibración se efectuó el 2022/09/08 en las instalaciones del Laboratorio Temperatura – PYS EQUIPOS.

MÉTODO Y PATRÓN DE MEDICIÓN:
 La calibración se efectuó por comparación con patrones que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, tomando como referencia el Procedimiento de Calibración de Incubadoras y Estufas PC-007 del SNM/INDECOPI.
 Se utilizó un termómetro patrón con Certificado de Calibración 020-CT-T-2022 trazable a CORPORACION 2M & N/INACAL

RESULTADOS:
 La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:
 Temperatura Ambiental: 20.7 °C Humedad Relativa: 76 % Presión Ambiental: 1 bar
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

OBSERVACIONES
 Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (*)
 La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o reglamentos vigentes.
 Los resultados se refieren únicamente al instrumento ensayado en el momento de la calibración y en las condiciones especificadas en este documento. No se realizó ningún tipo de ajuste al equipo antes de la calibración."

E.P.P.
 Revisado por:
 Eler Pozo Solís
 Dpto. de Metrología


 Calibrado por:
 Javier Negrón C.
 Técnico.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe



"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L."



LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LT-1420-2022

Página: 2 de 3

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C													
Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación de termómetros patrones										Temperatura promedio (°C)	Tmax - Tmin
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	109.9	109.6	108.9	106.3	109.0	106.8	110.1	110.1	115.6	113.6	110.0	9.3
02	110	109.7	109.6	108.9	106.2	109.2	106.7	110.2	110.1	115.7	113.2	110.0	9.5
04	110	109.6	109.8	109.0	106.1	109.2	106.7	110.3	110.2	115.9	113.7	110.1	9.8
06	110	109.8	109.8	109.1	106.3	109.3	107.0	110.4	110.3	115.7	113.7	110.1	9.4
08	110	109.8	109.9	109.2	106.4	109.4	106.9	110.4	110.5	115.8	113.8	110.2	9.4
10	110	110.2	110.1	109.4	106.8	110.0	107.2	110.7	110.7	116.1	113.9	110.5	9.3
12	110	109.6	110.0	109.2	106.6	109.7	106.9	110.5	110.5	115.3	113.7	110.2	8.7
14	110	109.8	109.8	109.0	106.6	109.4	106.7	110.4	110.2	115.7	113.7	110.1	9.1
16	110	110.3	110.2	109.4	106.8	109.7	107.1	110.7	110.8	116.6	114.3	110.6	9.8
18	110	110.0	110.1	109.3	106.6	109.3	107.1	110.7	110.5	115.6	114.3	110.4	9.0
20	110	110.5	110.1	109.3	106.6	109.6	107.0	110.6	110.7	115.8	113.9	110.4	9.2
22	110	110.4	110.1	109.3	106.8	109.7	106.8	110.5	110.6	115.9	113.7	110.4	9.1
24	110	110.1	110.0	109.3	106.3	109.4	107.0	110.5	110.5	115.5	114.2	110.3	9.2
26	110	109.7	109.8	109.0	106.3	109.3	106.8	110.3	110.3	114.9	113.5	110.0	8.6
28	110	109.1	109.4	108.6	106.1	108.7	106.5	110.0	110.0	114.8	114.0	109.7	8.7
30	110	109.2	109.6	108.7	106.3	109.1	106.5	110.1	110.1	115.3	113.7	109.9	9.0
32	110	109.5	109.5	108.8	106.1	109.1	106.8	110.1	110.1	115.3	113.7	109.9	9.2
34	110	109.8	109.7	108.9	106.3	109.1	106.8	110.2	110.2	115.6	113.6	110.0	9.3
36	110	109.2	109.5	108.7	106.1	109.1	106.3	109.9	110.0	114.8	113.0	109.7	8.7
38	110	109.6	109.4	108.7	106.0	109.2	106.5	109.9	110.0	115.1	112.9	109.7	9.1
40	110	109.1	109.4	108.7	106.1	109.1	106.5	110.0	109.9	115.1	113.7	109.8	9.0
T. PROM.	110	109.8	109.8	109.0	106.4	109.3	106.8	110.3	110.3	115.5	113.7	110.1	
T. MAX.	110	110.5	110.2	109.4	106.8	110.0	107.2	110.7	110.8	116.6	114.3		
T. MIN.	110	109.1	109.4	108.6	106.0	108.7	106.3	109.9	109.9	114.8	112.9		
DTT	0.0	1.4	0.8	0.8	0.8	1.3	0.9	0.8	0.9	1.8	1.4		

DTT: Diferencia de temperatura (T. Max - T. Min.)

Temperatura Ambiental Promedio: 15 °C
 Tiempo de calibración del equipo: 40 minutos
 Tiempo de estabilización del equipo: 1 h 20 min

DESVIACIÓN MÁXIMA DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO		INCERTIDUMBRE (± °C)
EN EL TIEMPO (°C)	EN EL ESPACIO (°C)	
10.2	3.9	2.0

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

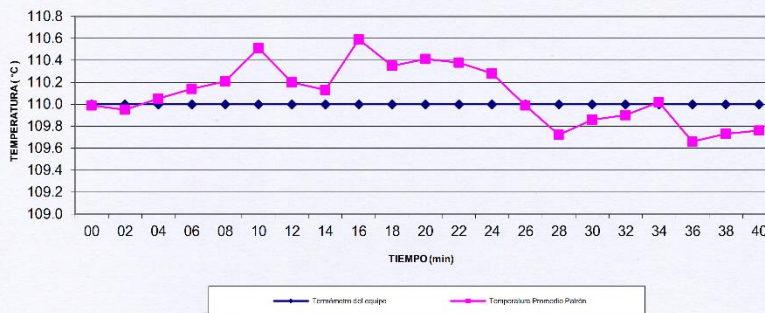
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe

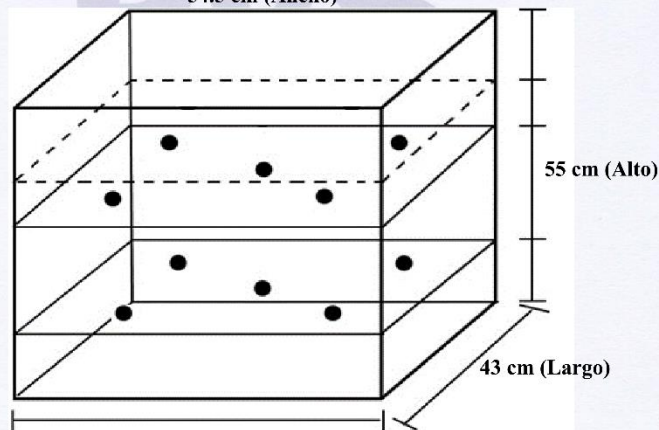


PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

**"DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C"**



**UBICACIÓN DE LOS SENSORES
54.5 cm (Ancho)**



Los termopares 5 y 10 están ubicados sobre el centro de sus respectivos niveles a 1,5 cm por encima de ellos.

Los demás termopares están ubicados a un cuarto de la longitud de los lados del equipo (en el centro de cada cuadrante) y a 1,5 cm por encima de sus niveles.

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

PYS EQUIPOS
LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN **LF-1511-2022**
Pág. 1 de 3

INSTRUMENTO	: PRENSA CONCRETO	
MARCA	: PYS EQUIPOS	
MODELO	: STYE-2000	
N° SERIE	: 2205181	MARCA/MODELO INDICADOR: N/I - CL-03E
RANGO DE MEDICION	: 0 – 100.000 kgf	
SOLICITANTE	: CRISAL INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.C.	
DIRECCION	: MZA. W1 LOTE. 8A URB. COVICORTI LA LIBERTAD – TRUJILLO	
CLASE DE PRECISION	: 1	
FECHA DE CALIBRACION	: 2022-09-08	
METODO DE CALIBRACIÓN	: Comparación Directa	
LUGAR DE CALIBRACIÓN	: LABORATORIO DE FUERZA – PYS EQUIPOS	

- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados

Revisado por:
Eler Pozo S.
Dpto. Metrología

Calibrado por:
Javier Negrón C.
Dpto. Metrología

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873, Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



PYS EQUIPOS
LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1511-2022
Pág. 2 de 3

TRAZABILIDAD : CELDA DE CARGA

Marca	: KELI
Serie N°	: 91
Capacidad	: 2000KN (nominal)

INDICADOR DIGITAL

Marca	: HIGH-WEIGH
Modelo	: 315-X5
Serie N°	: 0332565

La celda patrón empleada en la calibración mantiene la trazabilidad durante las mediciones realizadas a la máquina de ensayo ya que se encuentra trazada por el **Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Expediente: INF-LE 238-21 A**

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN


Error de Exactitud	: -0.22%
Error de repetibilidad	: 0.20%
Resolución	: 0.100 %

De acuerdo con los datos anteriores y según la clasificación de la Norma internacional **ISO 7500-1** la máquina de ensayos se encuentra clasificada
La **MAQUINA** descrita **CUMPLE** con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en la Norma **ASTM E74-06** y se procedió a aplicar valores de carga indicadas en la página 4. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga de celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

LABORATORIO DE METROLOGIA
PYS EQUIPOS
VºBº

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-1511-2022
Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

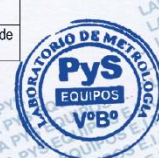
Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	22.8	22.6		85	84

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Lectura Máquina (Fi)			Lectura del patrón			
			1(ASC)	2(ASC)	3(ASC)	PROMEDIO LECTURAS
%	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	10197	100.00	100.13	100.32	100.22	100.22
20	20395	200.00	200.35	200.45	200.25	200.35
30	30592	300.00	300.38	300.28	300.48	300.38
40	40789	400.00	400.31	400.50	400.70	400.50
50	50987	500.00	500.43	500.63	500.43	500.43
60	61184	600.00	600.36	600.56	600.66	600.56
70	71381	700.00	700.29	700.49	700.39	700.39
80	81579	800.00	800.03	800.12	800.12	800.12
90	91776	900.00	899.96	900.15	900.35	900.15
100	101973	1000.00	1000.08	1000.57	1000.38	1000.38
Lectura máquina después de la fuerza			0	0	0	----

Lectura Máquina (Fi)			Cálculo de errores relativos		Resolución	Incertidumbre
			Exactitud	Repetibilidad		
%	kgf	kN	q(%)	b(%)	a(%)	U(%)
10	10197	100.00	-0.22	0.20	0.100	0.271
20	20395	200.00	-0.17	0.10	0.050	0.248
30	30592	300.00	-0.13	0.07	0.033	0.244
40	40789	400.00	-0.13	0.10	0.025	0.247
50	50987	500.00	-0.09	0.04	0.020	0.242
60	61184	600.00	-0.09	0.05	0.017	0.242
70	71381	700.00	-0.06	0.03	0.014	0.241
80	81579	800.00	-0.02	0.01	0.012	0.240
90	91776	900.00	-0.02	0.04	0.011	0.241
100	101973	1000.00	-0.04	0.05	0.010	0.242
Error de cero fo (%)			0	0	No aplica	Error máx. de cero(0)=0.00

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873, Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

ANEXO 7

PANEL FOTOGRAFICO

ENSAYO GRANULOMETRIA DE AGREGADOS



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD





PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

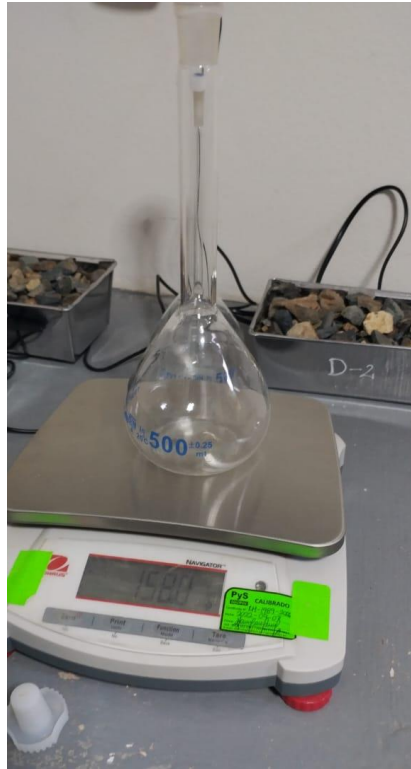




PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO



ENSAYO DE PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO





ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN







ENSAYO DE FLEXIÓN



