



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Adición de plásticos reciclados para determinación de las propiedades de concreto F'C=210 kg/cm², Barranca, Lima, 2023

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores

Robert Patrick Risco Gonzales

Yonatan Smit Villanueva Cueva

Asesor

Mo. Cristian Milton Mendoza Flores

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD
de fecha 27/01/2020

*“Año del Bicentenario, de la consolidación
de nuestra Independencia, y de la conmemoración
de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”*

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

INFORMACIÓN DE METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Villanueva Cueva Yonatan Smit	73215794	12/07/2024
Risco Gonzales Robert Patrick	76177150	12/07/2024
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o) Mendoza Flores Cristian Milton	16711622	0000-0002-2298-6224
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
M(o) Quinte Villegas Apolinar	15603661	0000-0003-2844-4386
Mg. Sebastián Cruz Pedro Luis	32948649	0000-0001-7160-5822
M(o). Toledo Sosa José Alonso	80302533	0000-0002-8278-1538

ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2, BARRANCA, LIMA, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
4	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%

PRESIDENTE

M(o) QUINTE VILLEGAS APOLINAR

SECRETARIO

Mg. SEBASTIAN CRUZ PEDRO LUIS

VOCAL

M(o). TOLEDO SOSA JOSE ALONSO

ASESOR

M(o) MENDOZA FLORES CRISTIAN MILTON

DEDICATORIA

A Dios por la bendición y la protección que me da ante toda adversidad.

A mis padres, por ser los pilares fundamentales de mi crecimiento personal y profesional, siempre serán la razón para triunfar constantemente.

A mis familiares, por brindarme los recursos necesarios para ir en busca del éxito.

Robert Patrick Risco Gonzales

A mi padre Filandro Dionicio, quien fue el pilar fundamental en mi proceso de seguir mis estudios superiores, inculcándome siempre los buenos valores y maximizando mi deseo de superación.

A mi madre Doris Millán, quien siempre me ha fortalecido con sus buenos sentimientos, hábitos y valores los cuales han sido mi fortaleza para salir adelante en momentos difíciles.

Yonatan Smit Villanueva Cueva

AGRADECIMIENTO

A mi señora madre Ruth María, por velar siempre por mí y darme lo mejor de sí. Su amor y cariño no se compara con nada ni nadie.

A mi señor padre Roberto Aurelio, por brindarme siempre la protección y el cariño para ser cada vez mejor, su esfuerzo y sacrificio me demuestran su dedicación hacia mi familia.

Robert Patrick Risco Gonzales

En principio agradecer a Dios quien es mi guía incondicional y quien me ha dado la energía de perseguir mis objetivos.

A mi señor padre Filandro Villanueva, y mi señora madre Doris Cueva, por ser los pilares de mi formación profesional.

Y todos los que estuvieron involucrados de una forma u otra contribuyeron al desarrollo de este proyecto.

Yonatan Smit Villanueva Cueva

ÍNDICE

DEDICATORIA	XI
AGRADECIMIENTO	XII
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT	XXI
INTRODUCCIÓN	XXII
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general.	3
1.2.2. Problemas específicos.	3
1.3. Objetivos de la Investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación de la investigación	4
1.5. Delimitación del estudio	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación	6
2.1.1. Investigaciones internacionales	6
2.1.2. Investigaciones nacionales	7
2.2. Bases teóricas	8
2.3. Bases filosóficas	16
2.4. Definición de términos básicos	17
2.5. Hipótesis de investigación	18
2.5.1. Hipótesis general	18
2.5.2. Hipótesis específicas	19
2.6. Operacionalización de las variables	20

CAPÍTULO III	21
METODOLOGÍA	21
3.1. Diseño metodológico	21
3.2. Población y muestra	23
3.2.1. Población	23
3.2.2. Muestra	23
3.3. Técnicas de recolección de datos	23
3.4. Técnicas para el procesamiento de información	24
CAPÍTULO IV	25
RESULTADOS	25
4.1. Análisis de resultados	25
4.2. Contrastación de hipótesis	34
CAPÍTULO V	37
DISCUSIÓN	37
5.1. Discusión de resultados	37
CAPÍTULO VI	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
6.1. Conclusiones	40
6.2. Recomendaciones	41
REFERENCIAS	42
7.1. Fuentes documentales	42
7.2. Fuentes bibliográficas	46
ANEXOS	47
Anexo 1: Matriz de consistencia	47
Anexo 2: Ensayo de agregados grueso y fino.	49
Anexo 3: Diseño de mezclas de concreto	72
Anexo 4: Resultados de rotura – Testigos cilíndricos	86
Anexo 5: Certificaciones de calibración - Equipo Prensa de Concreto	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muestra - Especímenes.....	23
Tabla 2 Técnicas a emplear al trabajo	24
Tabla 3 Resultados - Asentamientos (slump) – NTP 339.035	25
Tabla 4 Mezcla Patrón – NTP 339.034	26
Tabla 5 Resistencias promedio - Concreto Patrón.....	26
Tabla 6 Mezcla con adición 0.5% de plástico reciclado PET. – NTP 339.034.....	27
Tabla 7 Resistencias promedio - Adición de plástico 0.5%	27
Tabla 8 Mezcla con adición 1.0% de plástico reciclado PET – NTP 339.034.....	28
Tabla 9 Resistencias promedio - Adición de plástico 1%	28
Tabla 10 Mezcla con adición 1.5% de plástico reciclado PET.....	29
Tabla 11 Resistencias promedio - Adición de plástico 1.5%	29
Tabla 12 Comparación de Resultados de probetas	30
Tabla 13 Pesos unitarios	32
Tabla 14 Resultados de Módulos de Elasticidad (E_c)	33
Tabla 15 Normalidad del slump	34
Tabla 16 Correlación para el slump.....	34
Tabla 17 Normalidad para la resistencia a compresión.....	35
Tabla 18 Correlaciones para resistencia a compresión.....	35
Tabla 19 Normalidad - Módulo de Elasticidad.....	36
Tabla 20 Correlaciones del Módulo de Elasticidad.....	36
Tabla 21 Matriz de Consistencia	48
Tabla 22 Cantidades mínimas de muestra según tamaño (agregado grueso) – NTP 400.012	62
Tabla 23 Ensayo Granulométrico - Agregado Grueso	63
Tabla 24 Módulo de Finura - Agregado Grueso.....	64
Tabla 25 Ensayo Contenido de Humedad - Agregado Grueso – NTP 339.185	65
Tabla 26 Peso Específico - Agregado Grueso – NTP 400.021	66
Tabla 27 Absorción - Agregado Grueso – NTP 400.021	66
Tabla 28 Peso Unit. Suelto - Agregado Grueso – NTP 400.017	67
Tabla 29 Peso Unit. Compactado - Agregado Grueso – NTP 400.017	67
Tabla 30 Granulometría - Agregado Fino – NTP 400.012.....	68

Tabla 31 Módulo de Fineza - Agregado Fino.....	69
Tabla 32 Contenido de Humedad - Agregado Fino – NTP 339.185	70
Tabla 33 Peso Específico - Agregado Fino – NTP 400.022.....	70
Tabla 34 Absorción - Agregado Fino – NTP 400.022.....	71
Tabla 35 Peso Unit. Suelto - Agregado Fino – NTP 400.017	72
Tabla 36 Peso Unit. Compactado - Agregado Fino – NTP 400.017	72
Tabla 37 Datos - Diseño de Mezcla.....	73
Tabla 38 Datos - Agregados Fino y Grueso	73
Tabla 39 Resistencia Promedio Requerida	74
Tabla 40 Contenido de agua y aire en base al TMN Agregado Grueso	74
Tabla 41 Relación agua/cemento.....	75
Tabla 42 Interpolación - Relación a/c.....	75
Tabla 43 Volumen Agregado Grueso (seco y compactado).....	76
Tabla 44 Interpolación para b/bo	76
Tabla 45 Cálculo de volumen absoluto	76
Tabla 46 Cálculo de Diseño (estado seco).....	77
Tabla 47 Corrección de humedad - Agregados	78
Tabla 48 Agua de agregados.....	78
Tabla 49 Diseño de mezcla en peso.....	78
Tabla 50 Diseño de mezcla - Adición de plástico 0.5%	79
Tabla 51 Diseño de Mezcla - Adición de plástico 1%.	79
Tabla 52 Diseño de Mezcla - Adición de plástico 1.5%.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Promedio de resistencias a compresión - Mezcla patrón a 7, 14 y 28 días.....	27
Figura 2: Promedio de resistencias a compresión - Mezcla con adición 0.5% de plástico reciclado a 7, 14 y 28 días.	28
Figura 3: Promedio de resistencias a compresión - Mezcla con adición 1% de plástico reciclado a 7, 14 y 28 días.	29
Figura 4: Promedio de resistencias a compresión - Mezcla con adición 1.5% de plástico reciclado a 7, 14 y 28 días.	30
Figura 5: Resistencia a la compresión 7, 14 y 28 días.....	31
Figura 6: Resultados de trabajabilidad de los especímenes de concreto	38
Figura 7: Curva Granulométrica - Agregado Grueso	63
Figura 8. Curva Granulométrica - Agregado Fino	69
Figura 9: Rotura de muestras patrón a 7 días	86
Figura 10: Rotura con adición 0.5% de plástico a 7 días	87
Figura 11: Rotura con adición 1.0% de plástico a 7 días	88
Figura 12: Rotura con adición 1.5% de plástico a los 7 días.....	89
Figura 13: Rotura de mezcla patrón a 14 días	90
Figura 14: Rotura de testigos con adición 0.5% de plástico a 14 días	91
Figura 15: Rotura de testigos con adición 1.0% de plástico a 14 días	92
Figura 16: Rotura de testigos con adición 1.5% de plástico a 14 días	93
Figura 17: Rotura de muestra patrón a 28 días.....	94
Figura 18: Rotura de testigos con adición 0.5% de plástico a 28 días	95
Figura 19: Rotura de testigos con adición 1.0% de plástico a 28 días	96
Figura 20: Rotura de testigos con adición 1.0% de plástico a 28 días	97

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Agregado Grueso	49
Fotografía 2. Agregado Fino	49
Fotografía 3. Procedimiento de selección de material necesario para ensayos del Agregado Grueso (Cuarteo)	50
Fotografía 4. Procedimiento de selección de material necesario para ensayos del Agregado Fino (Cuarteo)	50
Fotografía 5. Pesaje de la muestra secada anteriormente por 24 horas a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (a); tamiz mecánico de la muestra (b)	51
Fotografía 6. Peso de algunos de los retenidos en cada malla.....	51
Fotografía 7. Pesaje de la muestra secada previamente por 24 horas a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. (a); tamiz mecánico de la muestra (b) y posterior toma de pesos retenido en cada malla.	52
Fotografía 8. Pesaje de tara (a); pesaje de muestra antes de secado(b) y peso de muestra secada por 24 horas a un ambiente $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (c).	53
Fotografía 9. Pesaje de tara (a); pesaje de muestra antes de secado(b) y peso de muestra seca durante 24 hs a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (c).	53
Fotografía 10. Llenado de la muestra al recipiente de una altura aproximada de 1” (a); enrasado de la muestra con la varilla (b); nivel de enrasado (c) y peso de la muestra + recipiente(d); se realizó el mismo proceso para las 3 muestras para peso unitario suelto. .	54
Fotografía 11. Peso unitario compactado, llenado de muestra al recipiente de una altura aproximada de 1”, primera capa = 1/3 del recipiente(a); varillado de 25 golpes de la primera capa (b).....	55
Fotografía 12. Peso unitario compactado, llenado de muestra al recipiente con una altura aproximada de 1”, segunda capa = 2/3 del recipiente (a); varillado de 25 golpes de la segunda capa de la muestra(b).....	55
Fotografía 13. Llenado de la muestra al cono cilíndrico de una altura aproximada de 1”, tercera capa del recipiente (a); varillado de 25 golpes de la tercera capa (b); peso del espécimen + recipiente(c) y se realizó el mismo proceso para 3 muestras.	56
Fotografía 14. Peso unitario suelto, llenado del espécimen al recipiente de una altura aproximada de 1” (a); enrasado del espécimen con la varilla y peso del espécimen + recipiente(b); se realizó el mismo proceso para las 3 muestras.....	57

Fotografía 15. Peso unitario compactado, llenado del espécimen al recipiente de una altura aproximada de 1” en tres capas iguales, varillado de la muestra (25 golpes por capa) (a); pesaje de muestra(b); se realizó el mismo proceso para las 3 muestras.	57
Fotografía 16. Peso específico, previamente se realizó el saturado de la muestra por 24 horas, secado superficial de muestra (a); Evaluación de humedad del agregado fino después verterse en cono metálico aplicando 25 golpes mediante apisonador (b).....	58
Fotografía 17. Peso específico, indicador del cono metálico que la muestra aun contiene humedad (a); indicador del cono metálico que la muestra está superficialmente seco (b) .	58
Fotografía 18. Peso de muestra superficialmente seco (500gr), una vez tarado el recipiente(a); peso de la fiola (b).....	59
Fotografía 19. Peso de muestra seca superficialmente de 500 gr + agua llenada hasta donde indica la fiola (a); peso de fiola + agua (b); peso de muestra + tara después de secado durante 24 horas en horno a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se realizó el mismo procedimiento para las 3 muestras.....	59
Fotografía 20. Peso específico, previamente se realizó la saturación de muestra (24 horas), peso de muestra antes de sumergir al balde con agua.	60
Fotografía 21. Peso específico, pesado de muestra con canastilla sumergida completamente en agua (a); pesado de muestra después de secado durante 24 horas en horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (b).	60
Fotografía 22. Análisis granulométrico del plástico reciclado del tamaño de $\frac{1}{2}$ ”.....	61
Fotografía 23. Cemento Sol (peso).....	81
Fotografía 24. Arena Gruesa (peso)	81
Fotografía 25. Piedra Chancada (peso).....	82
Fotografía 26. Plástico (peso).....	82
Fotografía 27. (a) Elaboración del concreto en las distintas proporciones (b) Medición del slump.	83
Fotografía 28. (a) Concreto en estado fresco (b) Curado de probetas	84
Fotografía 29. (a) Prensa de concreto (b) Rotura de probetas.....	85

RESUMEN

Actualmente, la contaminación ambiental es uno de los mayores riesgos en todo el mundo siendo el plástico PET uno de los principales componentes de estos residuos. El propósito del estudio es determinar y/o comprobar la consecuencia que causa el plástico reciclado agregado en la preparación de concreto y compararlo con uno convencional. Mediante una metodología tipo aplicada, se consideró una población y muestra de 36 probetas, con diseño cuasi experimental y enfoque cuantitativo.

Los resultados conseguidos determinan una reducción de la trabajabilidad (slump) en cuanto se incrementa el porcentaje de plástico reciclado PET al diseño de mezcla. De la misma manera, se encuentra una reducción de resistencia a la compresión, resultando el patrón de 334 kg/cm^2 ; y las muestras adicionadas con plástico reciclado al 0.5 %, 1 % y 1.5 % son de 284.67 kg/cm^2 , 294 kg/cm^2 y 283.67 kg/cm^2 , respectivamente. En consecuencia, el módulo de elasticidad de concreto y plástico reciclado añadido (PET) al 0.5%, 1.0% y 1.5% poseen menor capacidad de deformación unitaria al ser sometidas a presión, comparando con la mezcla patrón. Como conclusión, la adición del plástico reciclado con porcentajes considerados influye en los indicadores del concreto.

Palabras clave: Plástico PET, Concreto, Slump, Resistencia, Trabajabilidad

ABSTRACT

Currently, environmental pollution is one of the biggest risks worldwide, with PET plastic being one of the main components of this waste. The purpose of study is to determine and/or verify the consequence caused by recycled plastic added in the preparation of concrete and compare it with a conventional one. Using an applied methodology, a population and sample of 36 test tubes were considered, with a quasi-experimental design and quantitative approach.

The results achieved determine a reduction in workability (slump) as the percentage of recycled PET plastic in the mix design increases. In the same way, a reduction in compressive strength is found, resulting in the pattern of 334 kg/cm²; and the samples added with recycled plastic at 0.5%, 1% and 1.5% are 284.67 kg/cm², 294 kg/cm² and 283.67 kg/cm², respectively. Consequently, the elastic modulus of concrete with added recycled plastic (PET) at 0.5%, 1.0% and 1.5% has a lower unit deformation capacity when subjected to pressure, compared to the standard mix. In conclusion, the addition of recycled plastic with considered percentages influences the concrete indicators.

Keywords: PET Plastic, Concrete, Slump, Resistance, Workability

INTRODUCCIÓN

Mediante esta investigación, se realizó un diseño de mezcla de concreto patrón y adicionando plástico reciclado triturado PET teniendo al peso del cemento como referencia proporcional, considerando en 0.5%, 1% y 1.5% como porcentajes para las muestras a realizar, y así, evaluar al concreto y sus propiedades en condiciones frescas y endurecidas, comparándolas luego con el concreto patrón establecido.

La investigación en los últimos tiempos en el sector constructivo, es más creativa, tecnológica y eficaz, con la finalidad de optimizar y garantizar estructuras más resistentes ante sollicitaciones sísmicas y demás agentes agresivos, livianas y a un minúsculo precio monetario, consiguiendo beneficios y asegurando la calidad del medio ambiente de nuestra metrópoli.

Últimamente se han venido desarrollando indagaciones que involucra la utilización de residuos plásticos en el concreto, estas investigaciones proponen un resultado específico que dependen del material que se utiliza y su porcentaje de adición, los cuales no sólo reducen costos y mejoran las propiedades del concreto, brindando no solo considerables aportes en la industria de la construcción, sino que también, ayudan a reducir los desechos y la contaminación ambiental.

Por lo tanto, los materiales de residuos plásticos, que son considerados como elementos muy contaminantes por su extenso periodo de descomposición, son una opción alternativa para asegurar este equilibrio y también para reducir su impacto económico; al presentar características como: la resistencia y durabilidad, excelente aislante al frío, calor y sonido, precios más bajos ante otros materiales de construcción, ligeros y con una amplia vida útil.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Actualmente la contaminación es un problema a nivel mundial, siendo los residuos plásticos uno de los principales componentes que se encuentra involucrado dentro de esta problemática. En consecuencia, a manera de reducir la contaminación, se plantea evaluar el reúso de los residuos plásticos como componente no convencional del concreto. El agua y cemento, son componentes que determinan su resistencia; cuando se combinan, confieren propiedades químicas que luego de fraguar pasa a un estado endurecido alcanzando una alta resistencia, y los componentes inactivos son los agregados los cuales tienen la función de formar el cuerpo de la mezcla, el cual ocupan una determinada proporción del volumen total del concreto; gracias a la capacidad de los componentes para formar nuevas formas en estado fresco pueden ser moldeados para dar una gran diversidad de formas y tamaños para los fines a los que son destinados (Abanto Castillo, 2009). Estadísticamente, el elemento de construcción mayor empleado mundialmente es el concreto, gracias a su rápida y fácil elaboración, su alta eficacia e infinita maleabilidad, lo convierten en un material práctico dentro de la construcción. A nivel mundial, el plástico es catalogado como uno de los materiales que genera mayor fuente de contaminación, debido a la gran cantidad de productos que son fabricados con este material, como son las botellas, recipientes, bolsas, etc., que usamos en la vida cotidiana, y peor aún por la gran demanda que este material posee. El periodo de vida del plástico está comprendido aproximadamente entre los 100 a 1000 años, puesto que si lo dejamos expuestos al medio ambiente serán una fuente de contaminación persistente.

En el año 2002, se consideró 12,986 toneladas/diarias de residuos sólidos a nivel de municipalidades en todo el Perú, que equivale aproximadamente a 4,74 millones de toneladas por año, de esta cantidad solo el 73,7% era recogido por los trabajos de los municipios y del total el 19,7% eran destinados en rellenos sanitarios; realizar estas acciones generaron peligrosos inconvenientes de salubridad pública y afectación del ecosistema, lo cual condujo al Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) a crear y ejecutar el PLANRES, donde se crearon normativas, estrategias y actividades con el propósito de obtener mejoras en cuanto a las situaciones relacionadas al manejo y

administración de residuos sólidos en el territorio peruano 2005-2014. El Ministerio del Ambiente (MINAM) también tiene un enfoque en el mejoramiento de la gestión y administración de los desechos por parte de los gobiernos municipales. Los resultados obtenidos en el año 2014 revelan que se produjeron 7,5 millones de toneladas de basura a nivel de municipalidades, de esta cantidad, menos de la mitad fueron ubicados convenientemente en basurales. En base a estas cifras se determina que, a pesar de que ha habido un avance en el control integral de residuos sólidos, aun así, continúan los inconvenientes de contaminación del medio ambiente en los distintos puntos del país (Ministerio del Ambiente, 2016).

En la revista de Guzmán, Sánchez, Yovera, More y Cruz (2022), mencionan que en Barranca; entre octubre y diciembre del 2021, se han realizado evaluaciones de los residuos plásticos, obteniendo que en el mes de noviembre un resultado de 7.48 % el cual representa un aumento con relación a los demás meses, además el 61 % de las viviendas en esta ciudad no reciclan los residuos plásticos, con esto se concluye que la mayoría de la población no tiene conocimiento o no toma conciencia de las consecuencias que este material origina cuando están expuestos al medio ambiente. La demanda de la utilización del concreto en la ciudad de Barranca ha aumentado progresivamente últimamente debido al incremento de nuevas construcciones y al no tener acceso a canteras cercanas, la obtención de los agregados se vuelve complejos. Además, un mal uso de los residuos plásticos, generan una contaminación ambiental dentro y fuera del ámbito ciudad debido a la gran acumulación y el bajo porcentaje de reciclaje. Un mal uso de los residuos plásticos, generan una contaminación ambiental dentro y fuera del ámbito ciudad debido a la gran acumulación y el bajo porcentaje de reciclaje. La adición de los residuos plásticos en concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, involucra reducir contaminación ambiental producidas por este material; asimismo, provoca emplear los residuos plásticos como elemento no convencional en la fabricación del concreto. La propuesta de esta investigación es comprobar si la adición de los desechos plásticos reciclados en diferentes porcentajes mejora la resistencia del concreto de tal manera que pueda ser de gran utilidad dentro del ámbito de la construcción de estructuras en la ciudad de Barranca.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿De qué medida la adición de plástico reciclado influye en las propiedades del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Barranca, 2023?

1.2.2. Problemas específicos.

¿En qué medida la adición de plástico reciclado influye en la trabajabilidad del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Barranca, 2023?

¿En qué medida la adición de plástico reciclado influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Barranca, 2023?

¿En qué medida la adición de plástico reciclado influye en el módulo de elasticidad del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, Barranca, 2023?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la adición de plásticos reciclado en las propiedades del concreto en comparación al concreto convencional de 210 kg/cm^2 , Barranca, 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la influencia de la adición de plásticos reciclado en la trabajabilidad del concreto de 210 kg/cm^2 , Barranca, 2023.

Determinar la influencia de la adición de plásticos reciclado en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm^2 , Barranca, 2023.

Determinar la influencia de la adición de plásticos reciclado en el Módulo de Elasticidad del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.

1.4. Justificación de la investigación

Justificación teórica

La tesis está sujeta a normativas establecidas y ensayos de laboratorio, lo cual permitirá determinar nuevos datos acerca de las características del concreto debido la adición de plástico PET reciclado en esta, que servirá como una base para próximas investigaciones.

Justificación social

La intención es buscar alternativas del uso de los residuos plásticos como material no convencional en el concreto, permitiendo obtener diseños de mezclas de concreto adecuadas, económicas y ecológicas, beneficiando de esta manera a la ciudad de Barranca; teniendo conocimiento de la importancia del concreto como un elemento principal en el área de obras civiles y desarrollo de obras de infraestructura en general.

Justificación práctica

Al emplear la adición de residuos plásticos para un concreto $f'_c=210$ kg/cm², se obtendrá una mezcla con propiedades distintas al convencional, de esta manera, servirá para determinar el comportamiento de este modelo de concreto en función al uso y la necesidad en el ámbito constructivo en la ciudad de Barranca.

Justificación ambiental

La investigación tiene justificación ambiental, debido a que el propósito de este trabajo es contribuir con el conservación y protección del medio ambiente, con la reutilización del plástico reciclado como componente del concreto, de esta manera, se busca reducir y darle un nuevo uso al excesivo desecho a la intemperie de los residuos plásticos.

1.5. Delimitación del estudio

Delimitación espacial

Departamento Lima, Región Lima Provincias, Provincia Barranca, Distrito Barranca.

Delimitación temporal

Tuvo como parámetro de tiempo aproximado desde julio del 2023 hasta diciembre del 2023.

Delimitación social

El siguiente estudio involucró a la población del distrito de Barranca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Ahmad y Hossie (2019), en su tesis de titulación profesional para Ingenieros Civiles: *Recycled plastic in concrete. An experimental study on the properties of recycled plastics in concrete*. Su objetivo fue determinar en qué medida los plásticos reciclados afectan las propiedades del concreto. La metodología aplicada fue mediante el método experimental. Sus conclusiones indican que, a razón que el volumen del material de plásticos reciclados se incrementaba en proporciones de 0.5%, 1% y 1.5%, se presentaban mejoras en las propiedades de resistencia a flexión en comparación al patrón, pero las propiedades a la resistencia a tensión iban disminuyendo, con resultados de reducción de 10%, 41% y 65% en relación al concreto convencional. A la vez, el aumento de contenido de fibras de plásticos reciclados tanto al 0.5%, 1% y 1.5%, producía una menor trabajabilidad a la mezcla del concreto, lo cual se midió a través del asentamiento, con resultados de 22cm, 17cm y 15cm, respectivamente.

Martins (2020), con la tesis para su título profesional de Ingeniería Civil: *Concreto reciclado utilizando garrafas PET*. Tuvo como objetivo utilizar botellas PET trituradas como suplente parcial de la arena gruesa en la preparación de concreto, con el fin de obtener un elemento de igual o superior resistencia al convencional y contribuyendo a una mejor calidad del medio ambiente. La metodología aplicada fue a través del método experimental. Las conclusiones fueron que al emplear botellas PET trituradas como arena gruesa en el concreto, se obtiene un material de menor resistencia al convencional. El valor obtenido de resistencia del concreto reciclado con garrafas PET fue de 7.64 MPa, obteniendo una resistencia menor a la del concreto convencional, que fue de 16.31 MPa.

Lugo y Torres (2019), en la tesis investigativa para optar el título profesional de Ingenieros Civiles: *Caracterización del comportamiento mecánico*

del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET. El objetivo fue determinar las capacidades mecánicas del concreto simple adicionando distintas proporciones de fibras poliméricas recicladas PET. Asimismo, la metodología aplicada fue a través del método experimental. Sus conclusiones indican que el comportamiento del concreto mediante adición del PET es proporcional a flexión, ya que de acuerdo a resultados mientras mayor cantidad de plástico, aumentará la resistencia de los esfuerzos de flexión.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Márquez (2019), en su tesis para optar el título profesional de ingeniero Civil: *Estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa.* La finalidad fue evaluar el desempeño del plástico reciclado adicionado parcialmente en concreto como alternativa ecológica para el departamento de Arequipa. La metodología aplicada fue el método experimental. Se concluyó la factibilidad de la utilización del plástico en elaboraciones de concreto, mediante los resultados, consiguió un aumento de resistencia a tensión y compresión respectivamente, sabiendo que el plástico tiene un periodo de descomposición de alrededor de 100 años y las reacciones que se originan en la fabricación del diseño de mezcla (fraguado, curado, etc.), ésta no sufre ningún tipo de cambios, con lo cual también, ayuda a disminuir la contaminación del ecosistema.

Ramos y Sáenz (2021), en la tesis de obtención de título profesional como Ingenieros Civiles: *Plástico PEAD reciclado molido como agregado fino para un concreto $f'c=210$ kg/cm².* Tuvo como propósito evaluar la influencia del plástico PEAD reciclado molido en reemplazo del agregado fino para concreto $f'c=210$ kg/cm². La metodología aplicada fue mediante método científico, nivel explicativo, tipo de investigación aplicada y diseño experimental. Las conclusiones fueron que al utilizar el plástico PEAD en reemplazo del agregado fino para el concreto especificado, las características del concreto presentaron diversas variaciones con el concreto patrón. Asimismo la trabajabilidad de las muestras adicionado con plástico PEAD presenta un slump de 3.09”, mientras que el concreto patrón, 3.03”. El Ec, obtenido en el concreto patrón es 217370.65 kg/cm², en tanto la muestra con

plástico PEAD es de 135192.33 kg/cm². En referencia a resistencia a la compresión, el adicionado con plástico PEAD obtuvo un resultado de solo 169.21 kg/cm² en el tiempo de 28 días.

Léctor y Villarreal (2017), en su tesis para optar título profesional de Ingenieros Civiles: *Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote*. El objetivo que tuvo fue determinar las propiedades físicas y mecánicas de los elementos plásticos reciclados (PET) en un concreto normal. La metodología aplicada fue diseño experimental. Se concluyó que la adición de materiales plásticos reciclados, no se logra obtener mejoras físico-mecánicas del concreto convencional. Para el concreto de $f'c=175$ kg/cm², se adicionaron mezclas de concreto con 5%, 10% y 15% de materiales plásticos reciclados para evaluar la trabajabilidad, obteniendo asentamientos de 3.5", 2" y 1.5", respectivamente, concluyendo que disminuye la trabajabilidad del concreto adicionado, ya que el concreto normal o convencional presenta un asentamiento de 4". En cuanto a la resistencia, se obtuvo resultados a 28 días de 143.92, 120.42 y 94.34 kg/cm² respectivamente, con lo cual no alcanza la $f'c$ del patrón de 175 kg/cm². Para la $f'c=210$ kg/cm², igualmente se adicionó 5%, 10% y 15% de materiales plásticos reciclados, obteniendo asentamientos de 2.5", 2" y 1", deduciendo que esta mezcla también disminuye la trabajabilidad, ya que el concreto modelo posee un asentamiento de 4". En la resistencia de este concreto, se obtuvo resultados a 28 días de 183.76, 145.74 y 111.30 kg/cm² respectivamente, con lo cual no alcanza a la resistencia de $f'c=210$ kg/cm².

2.2. Bases teóricas

Concreto

Compuesto por cemento, agregados y agua; donde el cemento, arena y agua, conforman lo que es el mortero, que sirve para unir el agregado grueso o piedra, llenando los espacios vacíos en la mezcla. Para la obtención de un concreto adecuado, es transcendental no sólo utilizar los materiales adecuados, sino también considerar los mejores métodos para mezclar, transportar, verter y curar el concreto. (Harmsen, 2002)

El concreto viene a ser un material de uso abundante y convencional, que resulta mediante la unión fundamentalmente de tres elementos: cemento, agregados (fino - grueso) y agua, a los cuales también se le puede incorporar otros componentes, como lo son el aire y los aditivos. Actualmente, es el principal material para la construcción, no obstante, su calidad en la elaboración va a depender de los materiales y del procedimiento constructivo que se emplea al hacerlo. Además, el uso del concreto es cada día mayor debido a que posee diversas variedades de uso (Torre, 2004)

Materiales componentes del concreto

Según Abanto (2009) menciona que el concreto está compuesto por dos elementos esenciales: los ligantes y los agregados. En los ligantes incluye a lo que es el agua y el cemento, ambos al mezclarse constituyen una pasta que posteriormente al unirse a los agregados constituyen el concreto. En los agregados, incluye el fino, el cual es la arena gruesa; asimismo, el grueso (piedra chancada, grava), ambos conforman lo que es el hormigón.

Cemento Portland

Aglomerante hidráulico, que es resultado en su estado de calcinación de las rocas calizas, mediante esto, se obtienen partículas muy finas que reaccionan al juntarse con el agua, a forma de ir endureciendo y adquiriendo propiedades adherentes y resistentes (Carbajal, 1998)

El cemento es producto de la trituración del Clinker, que resulta por medio del calcinamiento hasta la unión inicial de los elementos arcillosos y calcáreos.

La composición del cemento está dada por: Silicato dicálcico, silicato tricálcico, aluminio-Ferrito Tetra cálcico, aluminato tricálcico y componentes mínimos como sodio, magnesio, manganeso, titanio y potasio (Harmsen, 2002)

Según la NTP 334.009, el presente elemento es un polvo hidráulico, el cual se da por la trituración del Clinker, que está conformado por silicatos y sulfatos cálcicos. Es color verdoso, que reacciona en contacto al agua, formando una pasta

plástica y moldeable y, al fraguar, consigue alcanzar una resistencia y durabilidad establecida (Torre, 2004)

El cemento Portland es un componente que se adquiere fácilmente, que al mezclarse con agua y/o agregados, reacciona de forma lenta hasta llegar a constituir una masa sólida. Fundamentalmente, el elemento es un Clinker molido muy refinadamente, que se da por la cocción a altas temperaturas de determinadas cantidades de hierro, cal, sílice y alúmina (Abanto Castillo, 2009)

Composición del Cemento Portland

Está compuesto por diversos elementos, lo cual hace que sea imposible expresarlo mediante una fórmula química. Existen 4 componentes que son parte de más del 90% de su peso, tales como: (Abanto Castillo, 2009)

Silicato Tricálcico (C3S): Este elemento confiere al cemento una gran resistencia. La combinación de silicato tricálcico con agua crea agua a alta temperatura.

Silicato Dicálcico (C2S): Encargado de la durabilidad (resistencia) que adquiere el cemento.

Aluminato Tricálcico (C3A): Mediante la incorporación del yeso en su proceso de molienda en combinación con el aluminato tricálcico, permite controlar el periodo de endurecimiento.

Aluminio Ferrita Tetracálcico (C4AF): Es similar al aluminato tricálcico, debido a adquiere una hidratación de forma rápida y desarrolla una resistencia baja.

Los compuestos del cemento portland son aquellos que establecen su comportamiento al momento de estar hidratado. Son detallados mediante fórmulas químicas, sus abreviaturas y nombres corrientes (Carbajal, 1998)

Silicato Tricálcico (C3S); Silicato Dicálcico (C2S); Aluminato Tricálcico (C3A), esta no influye en la resistencia de forma directa, pero mediante los silicatos

permite un fraguado acelerado, por lo que se emplea un porcentaje de yeso (entre 3% y 6%) para poder controlarlo; Aluminio-Ferrito Tetracálcico (C4AF).

Óxidos de Manganeso y Titanio (Mn_2O_3 , TiO_2): No influye en características del cemento, a excepción que, el color que esta posee, que suele ser de color marrón cuando el contenido es mayor del 3%. El óxido de titanio interviene en la resistencia, haciendo que reduzca cuando el contenido es mayor al 5% (Carbajal, 1998)

Tipos de Cemento Portland

Estos son aquellos que se definen de manera standard, debido a que su proceso de elaboración es mediante requisitos normados (Carbajal, 1998)

Tipo I: Es empleado para el uso general, ya que no posee cualidades adicionales.

Tipo II: Resistencia moderada ante superficies salitrosas y tiene templado calor de hidratación. Este tipo de cemento suele emplearse en vaciados de gran magnitud.

Tipo III: Posee resistencia elevada, asimismo alto calor de hidratación. Es usual básicamente en zonas con baja temperatura o para estructuras que requieran obtener resistencia acelerada.

Tipo IV: Posee poco calor de hidratación, y se emplean en concreto masivos.

Tipo V: Posee elevada resistencia ante sulfatos, se emplean en ambientes fuertes.

Existen cinco tipos de fabricación del cemento Portland, de los cuales sus características están de acuerdo a las especificadas en las Normas ASTM para el cemento (C150) (Abanto Castillo, 2009)

Tipo I: Es destinado en general, para cualquier tipo de obras de infraestructura. Se usa generalmente cuando no se especifique ningún tipo de cemento en la obra.

Tipo II: Empleado en construcciones de manera general y con exposición a acción de sulfatos.

Tipo III: Posee una resistencia inicial alta; con este tipo de cemento se obtiene una resistencia en 3 días, mientras que los tipos I y II, lo desarrollan en 28 días.

Tipo IV: Bajo calor de hidratación.

Tipo V: Requiere una elevada durabilidad ante las sales. Se emplea en estructuras hidráulicas que tienen contacto inmediato con el agua que posee álcalis y aguas de mar.

Agregado

Son un conglomerado de partículas los cuales tienen dos orígenes natural y artificial, asimismo son tratados o elaborados, tienen dimensiones desde partículas microscópicas hasta piezas de piedra, en unión con el cemento y el agua forman el conjunto de componentes indispensables del concreto.

Agregado grueso

Lo conforman rocas sieníticas, graníticas y dioríticas. Para este compuesto también puede emplearse piedras chancadas o zarandeadas de los lechos de ríos. No debe contener una cantidad mayor de 1.5% de componentes orgánicas ni 5% de arcillas (Harmsen, 2002)

Constituido por piedras compactas de contorno angular o semiangular, con texturas rugosas y sin partículas blandas o escamosas. Este tipo de agregado debe poseer una resistencia a compresión mayor a 600 kg/cm^2 . (Torre, 2004)

Es considerado agregado grueso aquel elemento que no pasa el tamiz N° 4 (4.75mm), que se da debido de la descomposición nativa o artificial de piedras y rocas. Se le considera a la piedra partida o chancada, grava, etc. (Abanto Castillo, 2009)

Agregado fino

Se considera a las piedras naturales o arenas trituradas muy finamente, de tamaños pequeños y que deben pasar por el tamiz N° 3/8 (9.5mm). Las arenas son producto de la descomposición nativa de las rocas las cuales se acumulan en determinados sitios del trayecto de un cauce (Abanto, 2009)

El agregado fino debe estar limpio de elementos infectadas como polvareda, álcalis y componentes orgánicos. Además, debe contener menos de 5% de limos o arcillas, ni más de 1.5% en cuanto a componentes orgánicas (Harmsen, 2002)

Características de los agregados

Peso Unitario

Es la determinación de densidad total, la cual resulta al relacionar la masa de determinada proporción de agregado seco (con cierto grado de compactación o consolidación) y el volumen que ocupa este mismo (León y Ramírez, 2010)

Peso Especifico

Característica física de agregados y es determinada a través de la división que existe entre el peso de una masa determinada y su volumen sin considerar vacíos entre ellos, lo que quiere decir que es dependiente de las cualidades del grano de agregado (Serrano, Torrado, 2013)

Absorción

Característica para ocupar con agua los vacíos existentes en los agregados. Esto se da mediante la capilaridad, pero no se llega a ocupar completamente los espacios vacíos puesto que permanentemente hay aire atrapado en la superficie interna de los granos los cuales no se llega a ocupar (NTP 339.185)

Humedad

Parte de agua sobrante en un determinado tiempo en el agregado fino o grueso, trascendental propiedad que ayuda a incrementar agua de la mezcla al concreto, en ese sentido debe considerarse simultáneamente con la absorción para verificar las mejoras apropiadas al momento de hacer las proporciones de mezclas, con la finalidad de que cumplan las suposiciones tomadas en un principio. (Pasquel, 1998-1999)

Agua

El agua a usar en la elaboración de concreto no debe contener ácidos, materias orgánicas, etc. Para el concreto se recomienda usar agua potable. La función principal de este componente, es disolver al cemento y permite mejorar la consistencia. El agua no potable se puede utilizar siempre y cuando esté libre de sustancias. (Harmsen, 2002)

El agua para realizar la mezcla no debe poseer sustancias orgánicas en grandes cantidades, tampoco componentes inorgánicas en cantidades enormes, ni impurezas de materia vegetal, álcalis, ácidos, aceites, aguas residuales, altas cantidades de limo (Vélez, 2010)

El agua representa el principal elemento del concreto, ya que hidrata el cemento, lo cual es fundamental para sus propiedades. Asimismo, funciona como lubricante para la trabajabilidad del concreto, que va en proporción al agua empleada. (Carbajal, 1998)

El agua en el concreto, guarda relación con las propiedades de éste, como son la trabajabilidad, resistencia, etc. Debe de emplearse un agua limpia y libre de elementos perjudiciales, en caso de dudosa procedencia de la calidad del agua a utilizar, se deben de emplear estudios químicos para conocer y determinar la composición del agua (Abanto, 2009)

Aditivos

Se utilizan para optimizar las características físico-mecánicas del concreto en estado fresco (acelerante, retardante) o ya sea en estado endurecido (curador, impermeabilizante), con lo cual se puede obtener un slump mayor, con menor proporción de agua, altas resistencias en periodos iniciales o disminución de la porosidad y peso específico del concreto (Morales, Soto y Fernández, 2016)

Plástico

Es un material sintético que se elabora con componentes derivados del petróleo con propiedades que le permiten adaptarse a múltiples aplicaciones. (Paz, 2016)

Uso actual del PET en la ingeniería civil

Se usa básicamente en la fabricación de materiales geo sintéticos, es derretido, tamizado y moldeado con la finalidad de obtener fibras de poliéster lisas, resistentes a la tensión y baja permeabilidad del agua, con el cual se crean geotextiles no tejidos y geomallas. El plástico reciclado con estructura de nervios, también es utilizado como mejoras en concretos y asfaltos (Botero, Romo, Muñoz y Ossa, 2014)

Dosificación de plástico PET en mezclas de concreto

El plástico PET posee una influencia en los diseños de mezclas de concreto, en lo que corresponde a las dosificaciones determinadas, para lo cual se establecen porcentajes que pueden ir a modo de adición y/o sustitución en relación a los elementos del concreto (agregados, cemento).

Granulometría de plástico PET

La granulometría del plástico PET se basa en los diferentes tamaños que se tienen del material en un estado triturado. La definición del tamaño adecuado, se lleva a cabo a través del Método de Ensayo por el Análisis de Tamizado (Análisis Granulométrico), donde se separan los residuos plásticos molidos finos y gruesos.

2.3. Bases filosóficas

El ser humano

El ser humano en principio es un ser afable, con sentimientos sensibles hacia sus semejantes, caracterizado principalmente por el desarrollo de su inteligencia y su alta capacidad de comunicación de gran complejidad, los humanos limitan sus sapiencias a todo lo que captan de manera visual, a todo aquello que los sentidos le muestran, de tal manera adquieren variados y complejos conocimientos (Roa, 2020)

La Familia

Desde la perspectiva filosófica la familia es una condición histórica, su adecuada formación está ceñida por el régimen económico social destacado y por la socialización en su conjunto. Esta conclusión, que hoy resulta incuestionable, es una de las mayores contribuciones de la filosofía marxista y al estudio de las relaciones familiares y personas en general, producto de las indagaciones empezadas por el especialista en etnias, el norteamericano Morgan y terminadas por Engels F. (Martínez, 2015)

Construir

Una construcción es un objeto que es ideal, mental, lo que quiere decir, un objeto del pensamiento en consecuencia, podemos decir que su creación se da por el invento o la creatividad de un ser. Esto discrepa con cualquier objeto que pueda tener alguna independencia en cuanto a la mente, cuya existencia aparentemente no sea producto de la existencia de un sujeto espectador consciente (Villegas, González, 2005)

2.4. Definición de términos básicos

Consistencia: Capacidad con la que fluye en estado fresco y es susceptible a las deformaciones, sensible a variaciones, dependiendo del agua que contenga. Para un concreto trabajable en obra, además de tener una consistencia adecuada debe poder cubrir los espacios vacíos de un encofrado y poder cubrir correctamente las armaduras, tener una excelente adherencia que permita eliminar el aire atrapado en la mezcla. (Fallas, Madrigal, García, Valenciano, Vega y Guzmán 2012).

Dosificación: Relación en peso o volumen que existe en los componentes añadidos al concreto (Rodríguez, M. 2014).

Durabilidad: La durabilidad está relacionada a una baja proporción de agua dentro del concreto, por eso se menciona que los agregados tanto angulares, alargados y aplanados etc.; dañan de manera negativa la durabilidad del concreto final ya que se requiere gran uso de agua en su preparación (León y Ramírez, 2010).

Fraguado: En términos generales se define como el proceso de la pérdida del estado plástico y posterior endurecimiento del concreto; hay dos tipos básicos, el primero, el periodo del cemento al mezclarse con agua hasta perder fluidez (no presenta plasticidad); asimismo, el fraguado final, consta a partir del término del fraguado inicial hasta que comience a tomar una mayor resistencia lo que denominamos la etapa de endurecimiento.

Módulo de Elasticidad: Característica mecánica que manifiesta la capacidad del concreto para deformarse en un rango elástico, el cual se obtiene empleando cargas establecidas sobre una determinada muestra con el fin de determinar la deformación del espécimen (Pérez y Serrano, 2010).

Permeabilidad: En el concreto hace referencia a la capacidad del agua u otros componentes líquidos que se trasladan por los poros del concreto en un lapso de tiempo determinado; la estructura de una superficie porosa en la pasta de concreto se produce por el calor de hidratación, la vaporización de agua, formación de fisuras y cavidades por reducción plástica en el lapso de tiempo que fragua el concreto (Vélez, 2010).

Resistencia: La resistencia de un material podemos definir como su destreza de oponer resistencia a esfuerzos sin romperse; entonces en base a lo antes mencionado, para el concreto, se puede definir como el límite de esfuerzo adecuado para producir la rotura, esto imposibilita al elemento soportar cargas o esfuerzos mayores (Solís, Moreno y Arcudia, 2008).

Trabajabilidad: Depende de varios factores que se explican en situaciones que afectan la viabilidad del concreto. Que exista una adecuada relación entre el agua y el cemento posee un efecto puntual en la trabajabilidad de la mezcla, lo que quiere decir que la trabajabilidad es directamente proporcional a esta relación, en consecuencia, a mayor relación de agua - cemento se incrementa la capacidad de trabajabilidad del concreto (Reymundo, Caller, 2022).

2.5. Hipótesis de investigación

2.5.1. Hipótesis general

La adición de plástico reciclado influye en la determinación de las propiedades del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.

2.5.2. Hipótesis específicas

La adición de plástico reciclado influye en la determinación de la trabajabilidad del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.

La adición de plástico reciclado influye en la determinación de la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.

La adición de plástico reciclado influye en la determinación del módulo de elasticidad del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.

2.6. Operacionalización de las variables

Variable Independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Plástico (PET)	Los plásticos tienen características como la alta relación de resistividad/densidad, asimismo son excelentes aislantes térmico, eléctrico y de elevada resistencia a ácidos y disolventes (Gavilán, Cristán, y Ize, 2003)	El plástico (PET) es un material que presenta baja o nula permeabilidad, el plástico reciclado al ser molido presenta una granulometría fina.	<ul style="list-style-type: none"> • Granulometría • Dosificación 	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño máximo nominal (TMN) • Porcentajes (%) 0.5%, 1% y 1.5%

Variable Dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Propiedades del Concreto 210 kg/cm ²	Las propiedades del concreto se determinan en estado fresco y endurecido. El fresco comprende la trabajabilidad, consistencia, homogeneidad y compacidad; mientras que el estado endurecido, comprende características físico – químicas y mecánicas. (Torre, 2004).	Mediante la determinación de las propiedades del concreto, se busca brindar un material de calidad, cumpliendo con las especificaciones requeridas en cuanto a sus características básicas (Slump, resistencia, durabilidad, etc), evitando de esta manera, obtener un concreto defectuoso en su vida útil.	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades en estado fresco • Propiedades mecánicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajabilidad (SLUMP) • Resistencia a la compresión • Módulo de elasticidad

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Nivel de investigación

Explicativo o causal, tiene como objetivo establecer relaciones causales entre variables. Intenta entender porque se da un fenómeno y qué lo hace existir. Usar métodos experimentales o cuasiexperimentales para manipular variables y determinar la causalidad, y luego comparar los resultados entre dos grupos para determinar si existe una correlación causal de la variable independiente y la dependiente (Hernández Sampieri, 2014).

3.1.2. Tipo de investigación

Es aplicada (práctica/empírica) porque se basa en el empleo de los conocimientos ya obtenidos previamente, de manera que se obtienen nuevos, luego de desarrollar la experiencia establecida en investigación (Murillo, 2008).

Está referida al uso de conocimientos previos, los cuales sirven para llevar a cabo los procesos de una determinada investigación, de forma que permite adquirir nuevos conocimientos en favor de la disciplina (Vargas, 2009).

3.1.3. Diseño de la investigación

Es cuasiexperimental, se basa en realizar determinados tratamientos, condiciones, etc., a un grupo de objetos o individuos denominados variables independientes, para poder identificar cambios y/o efectos que producen sobre algo determinado (variable dependiente) (Campbell y Stanley, 1973).

El diseño experimental tiene como referencia el manejo premeditado de las variables independientes, de manera que se analice los posibles resultados que pueden causar a la variable dependiente (Hernández, Fernández y Baptista, 2003)

Se empleará un diseño de investigación de tipo experimental puro, ya que se realizará el manejo de la variable independiente (plástico reciclado) en función del efecto que esta produce en un concreto 210 kg/cm² denominado variable dependiente. Se determinará el cambio entre el concreto patrón con el concreto adicionado con plástico reciclado.

3.1.4. Enfoque de la investigación

Kerlinger (como se citó en Sánchez, 2019) nos dice que la investigación cuantitativa es denominada así ya que trata con variables medibles (se les puede asignar un valor numérico, como pueden ser: número de hijos, viviendas, ciudades, edad, entre otros) a través del uso de métodos estadísticos para su evaluación de datos recopilados, su finalidad más fundamental se basa hacia la descripción, esclarecimiento, control y manejo ecuánime de las causas y la hipótesis del posible suceso, usando la cuantificación para sus conclusiones, mediante el método hipotético-deductivo para la obtención de resultados del proceso, análisis e interpretación.

La investigación cuantitativa tiene como base en el uso del recojo de datos, posterior estudio de los mismos y responder interrogantes y experimentar suposiciones antes establecidas, se apoya en mediciones numéricas, conteo y emplea la estadística frecuentemente para determinar precisamente los patrones de comportamiento de la población en análisis (Hernández, Fernández y Baptista, 2003).

La investigación cuantitativa tiene como principio el uso de un criterio lógico, lo que quiere decir es que hay una relación estrecha entre las premisas y las conclusiones, tal que para enlazar una con otra solo se sigue los pasos establecidos. De esa manera, la respuesta final de sus aplicaciones refleja la autonomía del proceso. Bajo este punto de vista, cuya intención es la gestión de las relaciones intemporales entre variables (Del Canto y Silva 2013).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Se consideraron 36 muestras (probetas) de ensayos.

3.2.2. Muestra

La muestra será lo siguiente:

Tabla 1

Muestra - Especímenes

Descripción	Tipo de concreto	Tipo de probeta	Dimensiones	Ensayos (Días)	Cantidad
F _c	Patrón 210 kg/cm ²	Cilíndrica	6"x12"	7-14-28	9
F _c	0.5% adicionado con plástico	Cilíndrica	6"x12"	7-14-28	9
F _c	1.0% adicionado con plástico	Cilíndrica	6"x12"	7-14-28	9
F _c	1.5% adicionado con plástico	Cilíndrica	6"x12"	7-14-28	9
Total					36

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Técnicas a utilizar

Se empleará la técnica observación participante y/o no participante; el cual la observación participante consiste en la manipulación de muestras, durante la elaboración del concreto y su análisis de laboratorio, el ensayo de consistencia (Cono de Abrams); así mismo será observación no participante cuando se realice los ensayos de probetas de concreto el cual será efectuadas por los dispositivos específicos de laboratorio y el instrumento para esta investigación será la guía de observación.

Tabla 2

Técnicas a emplear al trabajo

Técnica	Instrumento
Observación participante y/o no participante	Guía de observación

3.4. Técnicas para el procesamiento de información

Las técnicas para el procesamiento de la información están basadas en el uso de softwares (Word y Excel) donde se realizó la descripción y análisis comparativo de resultados usando tablas, gráficos, etc.

Análisis de datos:

Análisis de especímenes en laboratorio.

Extracción e interpretación de los datos conseguidos en ensayos de laboratorio (ensayo de f^c y cono de Abrams), guía de observación.

Trabajos en consultorio (cálculos matemáticos y verificaciones).

Elaboración de las tablas y gráficos en el programa Excel.

Comparación de resultados que se obtienen de las distintas muestras, de los diversos especímenes de concreto tales como el patrón y los adicionados con plástico PET.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Resultados de la trabajabilidad del concreto – (NTP 339.035)

La trabajabilidad simboliza la consistencia y/o facilidad del concreto en estado fresco para ser manejable en su proceso de mezclado y su posterior vaciado o colocación, este factor depende primordialmente de cuánta agua se emplea en la mezcla durante su preparación.

Para nuestra investigación, empleamos el Cono de Abrams para la obtención del slump, y por ende conocer la trabajabilidad de cada una de ellas. Tabla 3, detalla valores de asentamientos de los especímenes patrón y de los porcentajes adicionados.

Tabla 3

Resultados - Asentamientos (slump) – NTP 339.035

Fecha de ensayo	Descripción de especímenes	Slump
28/11/2023	Especímen patrón	4"
28/11/2023	Especímen patrón	4"
28/11/2023	Especímen patrón	4"
28/11/2023	Especímen con adición de 0.5% de plástico	4"
28/11/2023	Especímen con adición de 0.5% de plástico	4"
28/11/2023	Especímen con adición de 0.5% de plástico	4"
28/11/2023	Especímen con adición de 1.0% de plástico	3.5"
28/11/2023	Especímen con adición de 1.0% de plástico	3.5"
28/11/2023	Especímen con adición de 1.0% de plástico	3.5"
28/11/2023	Especímen con adición de 1.5% de plástico	3"
28/11/2023	Especímen con adición de 1.5% de plástico	3"
28/11/2023	Especímen con adición de 1.5% de plástico	3"

Fuente: Elaboración propia

Resultados de ensayos de probetas – NTP 339.034

Tabla 4

Mezcla Patrón – NTP 339.034

Muestra patrón			
f'c= 210 kg/cm²			
PROBETA	P-1	P-2	P-3
Asentamiento Slump	4"	4"	4"
Consistencia	Mezcla Plástica	Mezcla Plástica	Mezcla Plástica
f'c - 7 días (kg/cm ²)	256	282	261
(%)	122	134	124
f'c - 14días (kg/cm ²)	281	309	284
(%)	134	147	135
f'c - 28días (kg/cm ²)	333	339	330
(%)	159	161	157

Tabla 5

Resistencias promedio - Concreto Patrón

Concreto patrón	
Días	Resistencia Promedio (kg/cm²)
0	0
7	266.33
14	291.33
28	334.00

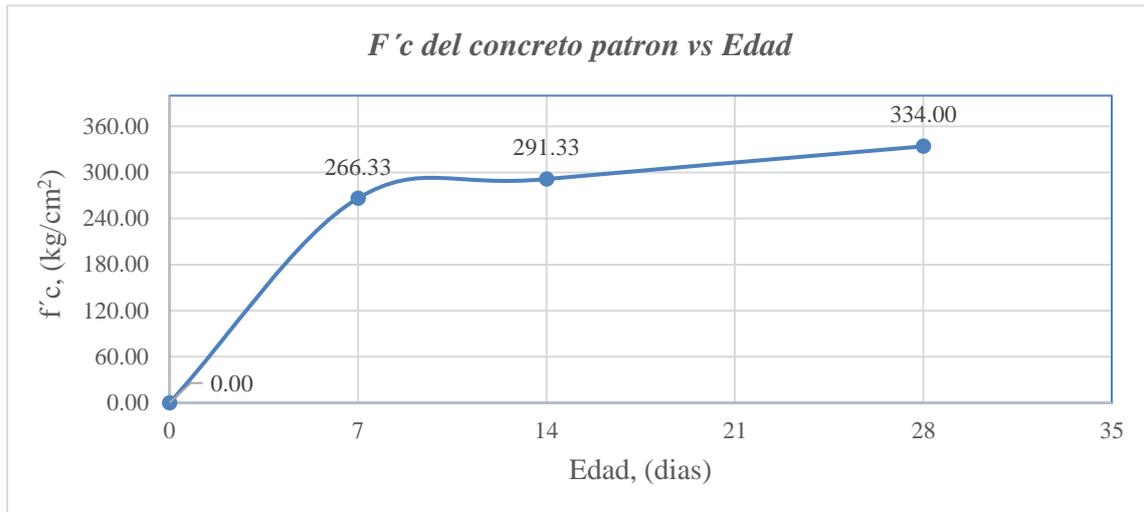


Figura 1: Promedio de resistencias a compresión - Mezcla patrón a 7, 14 y 28 días.

Tabla 6

Mezcla con adición 0.5% de plástico reciclado PET. – NTP 339.034

Muestra con 0.5% plástico reciclado PET			
	<i>f'c= 210 kg/cm²</i>		
Probeta	P-1	P-2	P-3
Asentamiento Slump	4"	4"	4"
Consistencia	Mezcla Plástica	Mezcla Plástica	Mezcla Plástica
f'c - 7 días (kg/cm ²)	245	280	282
(%)	117	133	134
f'c - 14 días (kg/cm ²)	291	304	288
(%)	139	145	137
f'c - 28 días (kg/cm ²)	311	287	256
(%)	148	137	122

Tabla 7

Resistencias promedio - Adición de plástico 0.5%

Concreto con adición de plástico 0.5%	
Días	Resistencia Promedio (kg/cm²)
0	0.00
7	269.00
14	294.33
28	284.67

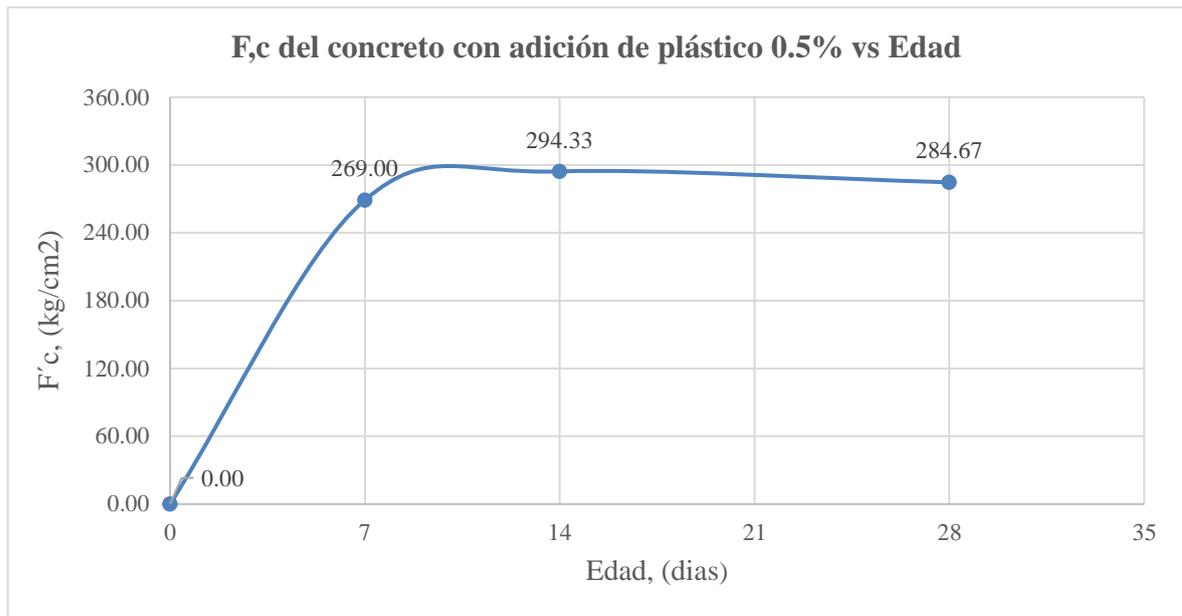


Figura 2: Promedio de resistencias a compresión - Mezcla con adición 0.5% de plástico reciclado a 7, 14 y 28 días.

Tabla 8

Mezcla con adición 1.0% de plástico reciclado PET – NTP 339.034

Muestra con 1% plástico reciclado PET			
F'c= 210 kg/cm ²			
Probeta	P-1	P-2	P-3
Asentamiento Slump	3.5"	3.5"	3.5"
Consistencia	Mezcla Plástica	Mezcla Plástica	Mezcla Plástica
f'c - 7 días (kg/cm ²)	257	261	254
(%)	122	124	121
f'c - 14 días (kg/cm ²)	275	253	273
(%)	131	120	130
f'c - 28 días (kg/cm ²)	294	295	293
(%)	140	140	139

Tabla 9

Resistencias promedio - Adición de plástico 1%

Concreto con adición de plástico 1%	
Días	Resistencia Promedio (kg/cm²)
0	0.00
7	257.33
14	267.00
28	294.00

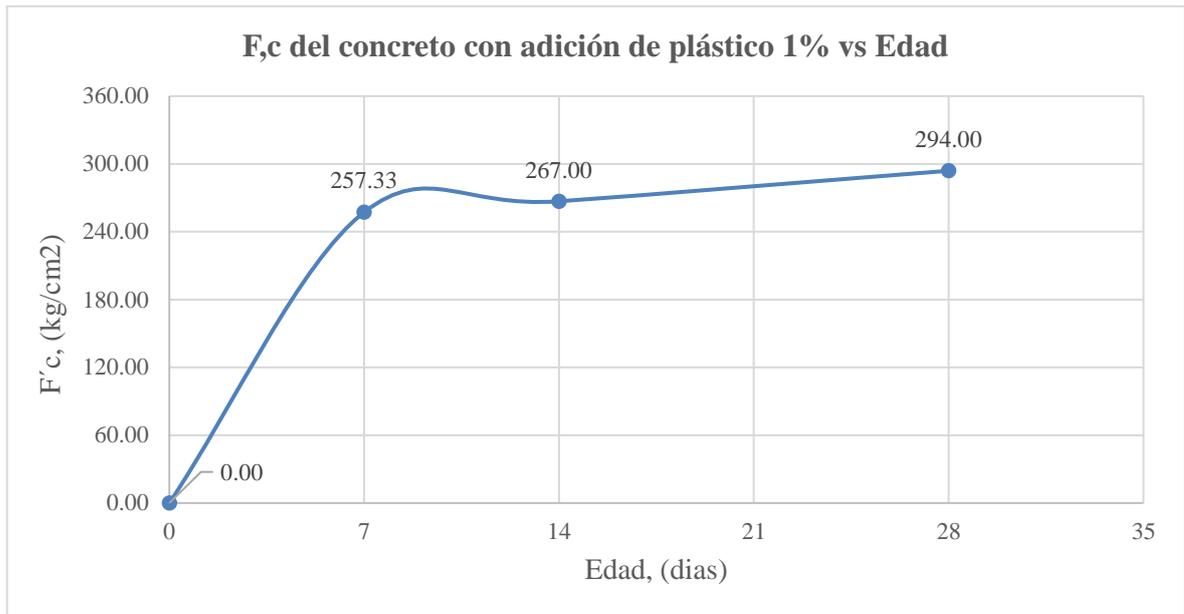


Figura 3: Promedio de resistencias a compresión - Mezcla con adición 1% de plástico reciclado a 7, 14 y 28 días.

Tabla 10

Mezcla con adición 1.5% de plástico reciclado PET.

Muestra con 1.5 % plástico reciclado PET			
F'c= 210 kg/cm ²			
PROBETA	P-1	P-2	P-3
Asentamiento Slump	3"	3"	3"
Consistencia	Mezcla Plástica	Mezcla Plástica	Mezcla Plástica
f'c - 7 días (kg/cm ²)	246	233	243
(%)	117	111	116
f'c - 14 días (kg/cm ²)	279	261	274
(%)	133	124	130
f'c - 28 días (kg/cm ²)	275	287	289
(%)	131	137	138

Tabla 11

Resistencias promedio - Adición de plástico 1.5%

Concreto con adición de plástico 1.5%	
Días	Resistencia Promedio (kg/cm²)
0	0.00
7	240.67
14	271.33
28	283.67

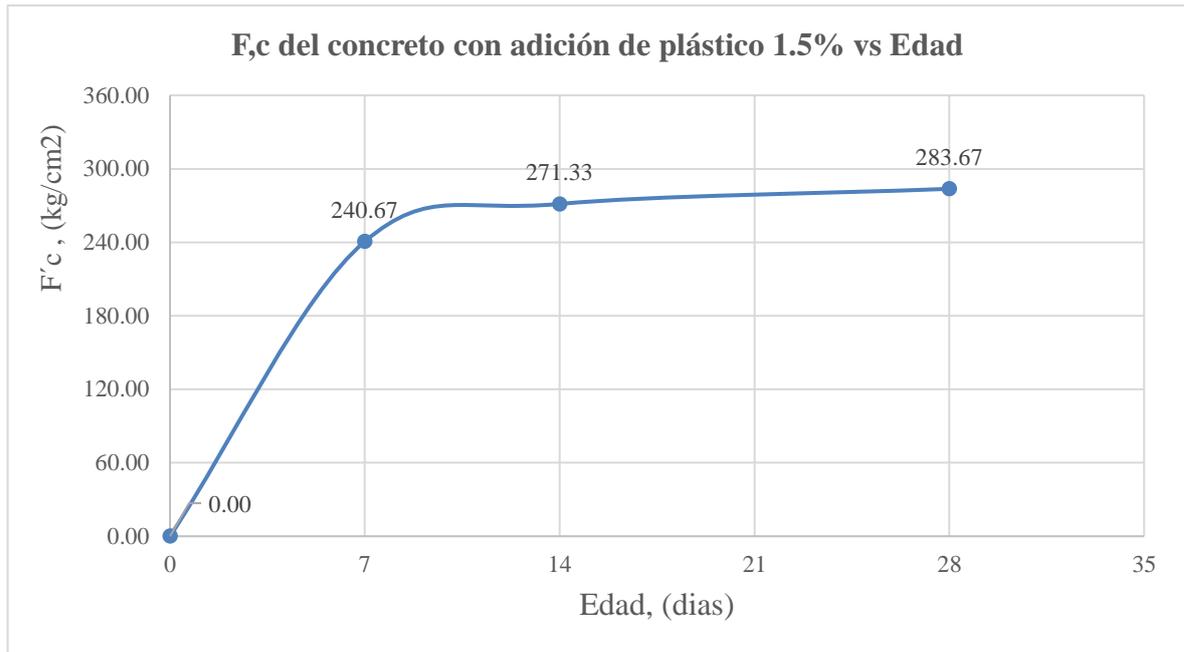


Figura 4: Promedio de resistencias a compresión - Mezcla con adición 1.5% de plástico reciclado a 7, 14 y 28 días.

Tabla 12

Comparación de Resultados de probetas

Comparación de f'c de concreto patrón y con adición de plástico (kg/cm ²)				
Edad (Días)	Concreto patrón (kg/cm ²)	Adición 0.5% de plástico (kg/cm ²)	Adición 1.0% de plástico (kg/cm ²)	Adición 1.5% de plástico (kg/cm ²)
0	0.00	0.00	0.00	0.00
7	266.33	269.00	257.33	240.67
14	291.33	294.33	267.00	271.33
28	334.00	284.67	294.00	283.67

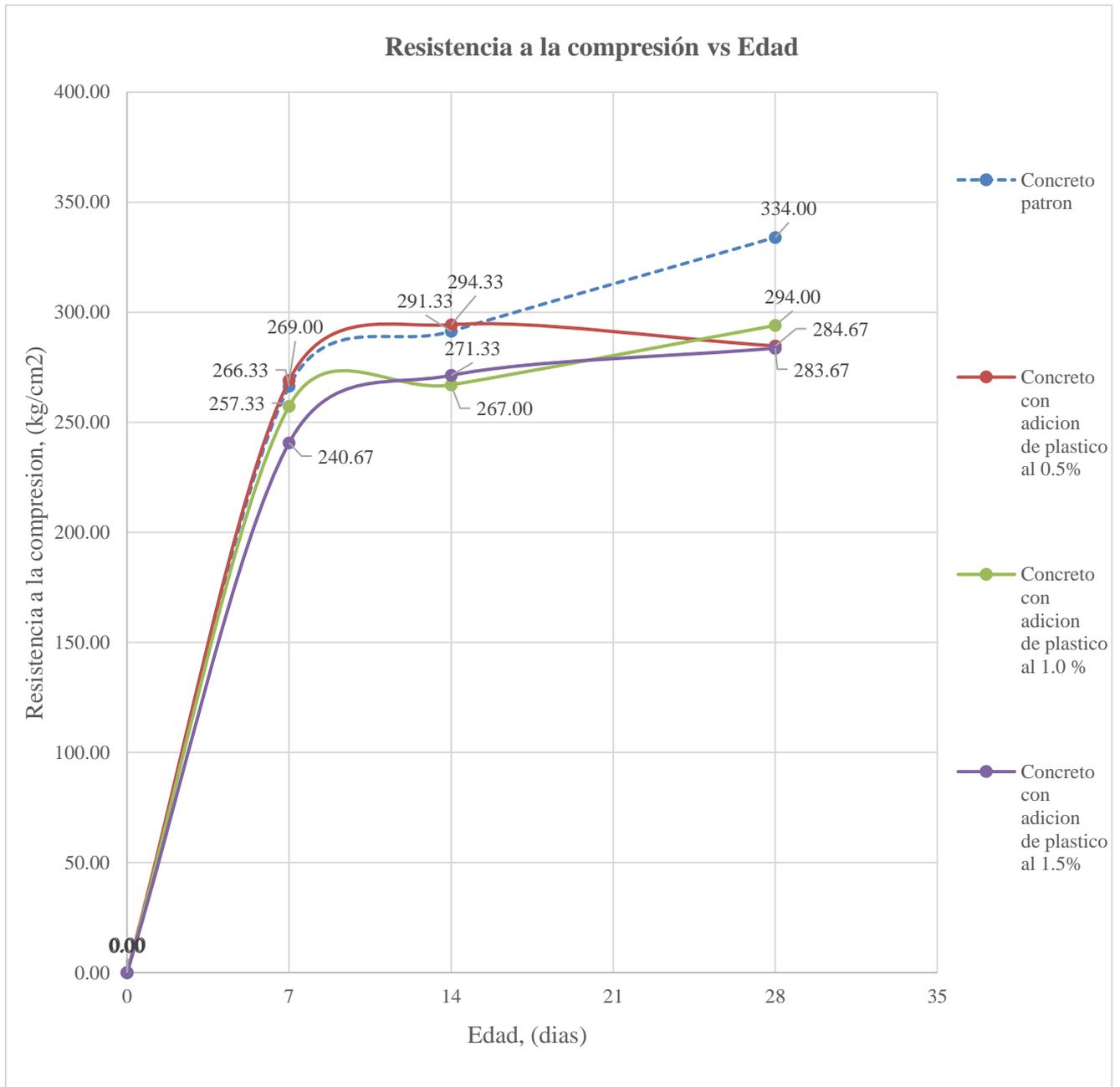


Figura 5: Resistencia a la compresión 7, 14 y 28 días

Módulo de elasticidad (E_c)

Se conoce como E_c , a la relación que se tiene entre el esfuerzo sometido al concreto y la deformación unitaria que presenta. El valor del (E_c) simboliza la rigidez del concreto ante una presión y/o carga que se le aplica.

Determinación de Módulo de Elasticidad en base a Norma E. 060 – Concreto Armado y ACI 318R-19

Indica que; concretos de peso unitario (w_c) comprendidos de 1450 kg/m^3 - 2500 kg/m^3 , se toma E_c como:

$$E_c = (w_c)^{1.5} * 4300 * \sqrt{f'c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Asimismo, en concretos de peso unitario normal ($w_c \approx 2300 \text{ kg/m}^3$), se considera E_c con la siguiente formula:

$$E_c = 15000 * \sqrt{f'c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

En base a nuestros ensayos de laboratorio, se tienen los siguientes datos para la determinación de Módulos de Elasticidad:

- Pesos unitarios de muestras

Tabla 13
Pesos unitarios

	Especímenes			
	Mezcla patrón	Adición de 0.50%	Adición de 1%	Adición de 1.50%
Cemento (kg)	315.79	315.79	315.79	315.79
Arena Gruesa (kg)	964.20	964.20	964.20	964.20
Piedra Chancada de ½ (kg)	889.11	889.11	889.11	889.11
Agua (Lt)	216.12	216.12	216.12	216.12
Plástico (kg)	0.00	1.58	3.16	4.74
Peso unitario (kg/m3)	2385.22	2386.80	2388.38	2389.96

- **Cálculo de Módulos de Elasticidad**

Al tener pesos unitarios no constantes, se empleará la siguiente fórmula para los cálculos del E_c :

$$E_c = (w_c)^{1.5} * 4300 * \sqrt{f'c} \dots (kg/cm^2)$$

Tabla 14

Resultados de Módulos de Elasticidad (E_c)

	Wc (tn/m³)	f'c (kg/cm²)	Ec (kg/cm²)
Mezcla Patron	2.39	334.00	289490.52
Mezcla con adición de plástico al 0.50%	2.39	284.67	267522.80
Mezcla con adición de plástico al 1.00%	2.39	294.00	272143.06
Mezcla con adición de plástico al 1.50%	2.39	283.67	267583.02

4.2. Contrastación de hipótesis

Tabla 15

Normalidad del slump

	Estadístico	Shapiro - Wilk	
		gl	Sig.
Porcentaje	,876	12	,078
Slump	,764	12	,004

La tabla 15, detalla la evaluación de estadística de Shapiro-Wilk utilizado sobre un grupo de muestras menores de 50 y trabajando al 5% de significancia se evalúa la prueba de normalidad para el slump, H_0 los datos mantienen una normalidad en su distribución y H_1 los datos no tienen una normalidad distributiva, para $p = 0,004$ que es $< 0,05$ se descarta H_0 y se admite la H_1 , por lo tanto, no se tiene una distribución normal de los datos evaluados, en consecuencia se aplica estadística no paramétrica correlación de Spearman.

Tabla 16

Correlación para el slump

		Porcentaje		Slump	
Rho de Spearman	Porcentaje	Coef. de correlación	1,000	-	-,949**
		Sig. (bilateral)	.	.	,000
		N	12	12	
	Slump	Coef. de correlación	-,949**	1,000	
Sig. (bilateral)		,000	.		
N		12	12		

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 16, $p = 0 < 0,05$, se rechaza H_0 La adición de plástico reciclado no tiene influencia en la determinación de trabajabilidad del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023 y se acepta H_1 La adición de plástico reciclado influye en la determinación de trabajabilidad del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023. Además, existe una relación significativa inversa entre el slump y el porcentaje de PET, su correlación es muy alta ($\rho = -0,949$).

Tabla 17*Normalidad para la resistencia a compresión*

	Estadístico	Shapiro - Wilk	
		gl	Sig.
Porcentaje	,876	12	,078
Compresión	,929	12	,373

Tabla 17, define la evaluación de estadística de Shapiro-Wilk utilizado en un grupo de muestras menores de 50 y trabajando al 5% de significancia se evalúa la normalidad en la $f'c$, H_0 los datos tienen normalidad distributiva y en H_1 los datos no poseen una normalidad distributiva, para $p = 0,373$ que es $\geq 0,05$ se descarta H_1 y se confirma la H_0 , por lo tanto, existe normalidad, se aplica estadística paramétrica correlación de Pearson.

Tabla 18*Correlaciones para resistencia a compresión*

		Porcentaje	Compresión
Porcentaje	Correlación de Pearson	1	-,668*
	Sig. (bilateral)		,018
	N	12	12
Compresión	Correlación de Pearson	-,668*	1
	Sig. (bilateral)	,018	
	N	12	12

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 18, $p = 0,018 < 0,05$ se rechaza H_0 La adición de plástico reciclado no presenta influencia en la determinación de la $f'c$ de 210 kg/cm^2 , Barranca, 2023; se acepta H_1 La adición de plástico reciclado actúa de manera influyente en la determinación de $f'c$ de 210 kg/cm^2 , Barranca, 2023. Por el cual, se encuentra una correspondencia significativa inversa entre la $f'c$ y el porcentaje de PET, correlación alta ($\rho = -0,668$).

Tabla 19*Normalidad - Módulo de Elasticidad*

	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje	,876	12	,078
Módulo de elasticidad	,936	12	,448

Tabla 19, describe la evaluación de estadística de Shapiro-Wilk utilizado en un grupo de muestras menores de 50 y trabajando al 5% de significancia se evalúa la prueba de normalidad para el módulo de elasticidad, H_0 los datos presentan normalidad en su distribución y H_1 los datos no tienen normalidad distributiva, para $p = 0,448$ quien es $\geq 0,05$, ante ello, se descarta H_1 y se afirma la H_0 , en consecuencia existe normalidad en la distribución de los datos evaluados, por lo que se aplica estadística paramétrica correlación de Pearson.

Tabla 20*Correlaciones del Módulo de Elasticidad*

		Porcentaje	Módulo de elasticidad
Porcentaje	Correlación de Pearson	1	-,640*
	Sig. (bilateral)		,025
	N	12	12
Módulo de elasticidad	Correlación de Pearson	-,640*	1
	Sig. (bilateral)	,025	
	N	12	12

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 20, $p = 0,025 < 0,05$ se rechaza H_0 La adición de plástico reciclado no influye en la determinación del E_c del concreto de 210 kg/cm^2 , Barranca, 2023 y se acepta H_1 La adición de plástico reciclado influye en la determinación del E_c del concreto de 210 kg/cm^2 , Barranca, 2023. Por lo que, existe relación significativa inversa entre el E_c del concreto y el porcentaje PET, su correlación es alta ($\rho = -0,640$).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

En relación a este capítulo se realizaron las discusiones en función al objetivo general y los objetivos específicos. Se cotejaron los resultados de las tesis antecedentes que se encuentran en el marco teórico tanto nacionales como internacionales y se realizó un comparativo con la actual investigación Adición de plásticos reciclados para determinación de características del concreto $f'c=210$ kg/cm², Barranca, Lima, 2023. A continuación, presentamos las discusiones de cada uno de los objetivos.

Con respecto al objetivo general se comprobó que mediante la adición de plásticos PET reciclados, existe una influencia en las propiedades del concreto en comparación al concreto convencional, los cuales se verán reflejados en el desarrollo de los objetivos específicos como se muestra a continuación.

En referencia al primer objetivo específico, se ha corroborado que el asentamiento de la mezcla patrón fue de 4", lo cual significa que es una mezcla plástica y trabajable, el slump para el concreto con adición de plástico al 0.5% resultó de 4", siendo una mezcla de características similares a la patrón, asimismo el slump de mezcla con adición de plástico al 1%, resultó de 3.5", revelando ser una mezcla de consistencia plástica y con menos trabajabilidad y el slump de la mezcla con adición de plástico al 1.5% resultó de 3", que representa una mezcla plástica poco trabajable (tabla 6). Al realizar la comparación de los resultados con Ahmad y Hossie (2019), indica que el aumento de contenido de fibras de plásticos reciclados tanto al 0.5%, 1% y 1.5%, producía una menor trabajabilidad; por lo tanto la adición de plástico PET en concreto 210 kg/cm², presenta disminución de trabajabilidad, asimismo estos resultados fueron comprobados en la contrastación de hipótesis donde se admite la alterna y se rechaza la nula.

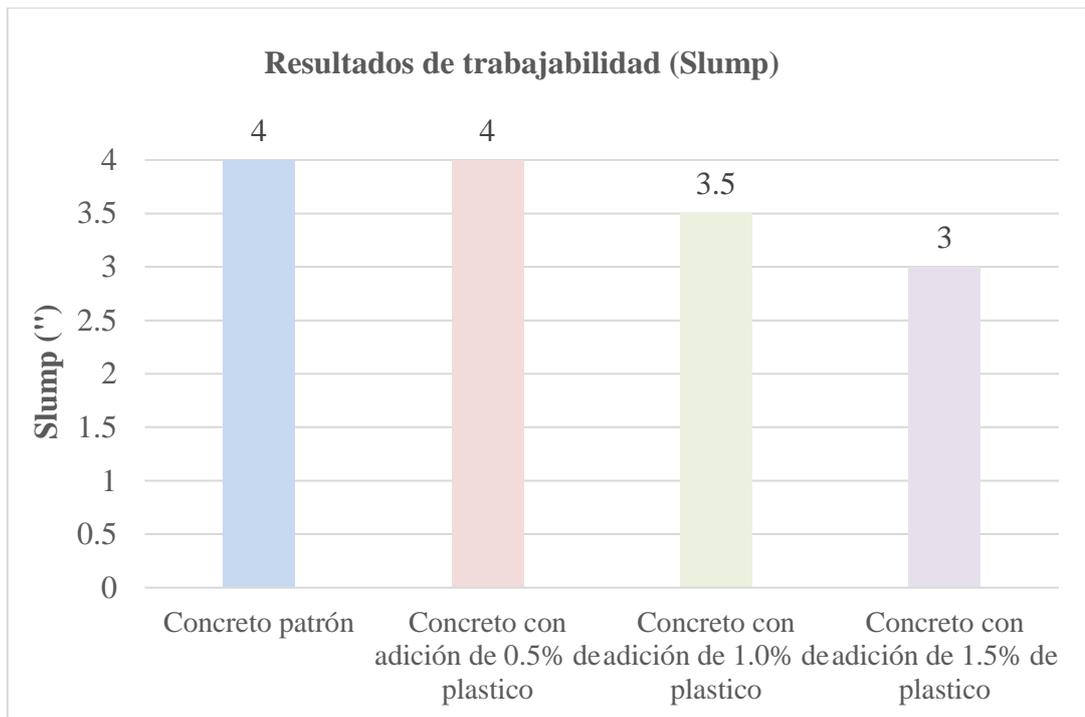


Figura 6: Resultados de trabajabilidad de los especímenes de concreto

Con respecto al segundo objetivo específico, se ha comprobado que el concreto patrón ostenta un $f'c = 334 \text{ kg/cm}^2$; con adición de plástico reciclado al 0.5 %, 284.67 kg/cm^2 , asimismo al 1 %, 294 kg/cm^2 , y la resistencia del concreto con adición de plástico reciclado al 1.5 % es de 283.67 kg/cm^2 , en el cual se puede apreciar una ligera disminución de resistencia en muestras con adición de plástico con respecto al patrón. En esa misma línea Léctor y Villarreal (2017), para un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, se adicionaron un 5%, 10% y 15% de materiales plásticos reciclados, donde obtuvieron resultados a los 28 días de 183.76, 145.74 y 111.30 kg/cm^2 respectivamente, con lo cual no alcanza la resistencia patrón ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$). En contraste, Ahmad y Hossie (2019), presentaban mejoras de resistencia a flexión en comparación al concreto convencional, pero las propiedades de $f'c$ iban disminuyendo, con porcentajes de reducción de 10%, 41% y 65% comparado al concreto convencional. En consecuencia, la adición de plástico reciclado influye de manera negativa en la $f'c$ del concreto como se determinó en la contrastación de hipótesis.

En mención al tercer objetivo específico de la investigación; comprobar la influencia al adicionar plásticos reciclados sobre el Módulo Elástico del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023; se determinó un Ec, de 289490.52 kg/cm² en el concreto patrón, así mismo para 0.5%, 1% y 1.5 % de adición de plásticos reciclados se obtuvo Ec, de 267522.80 kg/cm², 272143.06 kg/cm² y 267583.02 kg/cm² correspondientemente.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Al llevar a cabo esta investigación, tomamos como conclusión que la adición de plástico reciclado PET, no presenta mejoras a las propiedades físico-mecánicas, respecto al concreto convencional.

Al emplear al plástico reciclado (PET) como componente en el concreto, disminuye progresivamente la trabajabilidad de acuerdo al porcentaje adicionado, obteniendo asentamientos de 4", 3.5" y 3", con la adición de 0.5%, 1.0%, 1.5%, respectivamente. A diferencia de la mezcla patrón y al 0.5% de plástico, ambas presentan un asentamiento de 4".

En los ensayos elaborados a las probetas de mezcla de concreto patrón y adicionado, se alcanzó determinar que el concreto adicionado con plástico reciclado (PET) no mejora su $f'c$ en comparación a la mezcla patrón, teniendo como resultado resistencias promedio de 284.67; 294.00 y 283.67 kg/cm^2 , para mezclas con adición de 0.5%, 1.0%, 1.5% de plástico, respectivamente.

Se concluye que las muestras de concreto con plástico adicionado PET reciclado al 0.5%, 1.0% y 1.5% poseen menor capacidad de deformación unitaria al ser sometidas a presión en base al concreto patrón, ya que los E_c de los concretos adicionados con plástico, se tuvieron resultados de 267522.80 kg/cm^2 al 0.5%, 272143.06 kg/cm^2 al 1.0% y 267583.02 kg/cm^2 al 1.5%, mientras que la mezcla patrón se obtuvo un módulo de elasticidad (E_c) equivalente a 289490.52 kg/cm^2 .

6.2. Recomendaciones

Evaluar cualquier tipo de material de reciclaje, de manera que se pueda experimentar su comportamiento al ser adicionado a una mezcla de concreto y permita mejorar sus características en estado fresco y endurecido. De esta manera, se busca la alternativa de disminuir los residuos sólidos y darles un uso en favor del cuidado ambiental.

Se recomienda seguir realizando investigaciones experimentales con los diseños de mezclas evaluadas previamente, pero añadiendo un aditivo plastificante que ayuden a una mejor consistencia y de esta forma permitir disminuir la relación a/c y de esta manera obtener el aumento de la $f'c$.

Las mezclas con adición de plástico reciclado en sus diferentes porcentajes, pueden ser empleadas en obras de concreto no estructural con requerimientos de baja resistencia a la compresión como pueden ser veredas, pisos, losas deportivas, etc.

Desde un criterio ecológico y ambiental, se recomienda la adición del plástico reciclado (PET) en pequeñas cantidades, como un material no convencional de la construcción. De esta manera, se busca darle un uso útil y contribuir con el reciclaje de este material cotidiano en la sociedad.

REFERENCIAS

7.1. Fuentes documentales

- Guzmán Avalos, M., Sánchez Rodríguez, D. E., Yovera Saldarriaga, J., More López, J. M., y Cruz Nieto, D. (2022). Educación ambiental y la evaluación de residuos plásticos durante la pandemia en distrito de Barranca. Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación, 5(21), 1649–1657. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i21.305>
- Lugo, J. y Torres Y. (2019) Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET (Tesis de título profesional, Universidad Católica de Colombia), <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23953/1/TESIS%20FIBRAS%20PET%20EN%20EL%20CONCRETO.pdf>
- Martins, T. (2020) Hormigón reciclado utilizando botellas PET (Tesis para obtener el título de bachiller en Ingeniería Civil, Facultad Presidente Antonio Carlos del consejero Lafaiete) <https://ri.unipac.br/repositorio/wp-content/uploads/tainacan-items/282/109749/TCC-Talita-Martins-1.pdf>
- Ahmad, A. y Hossie E. (2019) Plástico reciclado en hormigón (Tesis para obtener el título de bachiller en Ingeniería Civil, La Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología), <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2613161/no.ntnu%3Ainspera%3A2326820.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Lector, M. y Villarreal, E. (2017) Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote (Tesis de título de bachiller en Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Santa), <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2799/43457.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos, I. y Sáenz, H. (2021) Plástico PEAD reciclado molido como agregado fino para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (Tesis de título profesional, Universidad Nacional de Huancavelica) <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3955/TESIS-2021-RAMOS%20GONZALES%20Y%20SA%20C3%89NZ%20ACOSTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Márquez, P. (2019) Estudio del comportamiento del concreto con adición de plástico reciclado en la ciudad de Arequipa (Tesis de título profesional, Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa), <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10948/ICmahepe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morales, J., Soto, F., Fernández, A. (2016). Evaluación del comportamiento de la resistencia a compresión del concreto con la aplicación del aditivo superplastificante PSP NLS, para edades mayores que 28 días. Revista INGENIERÍA UC, 23(2),197-203. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70746634010>
- Botero, E., Romo, P., Muñoz, L., Ossa, A. (2014). Comportamiento mecánico del Polietileno Tereftalato (PET) y sus aplicaciones geotécnicas. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, (70),207-219 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43030033019>

- Roa Rocha, J. C. (2020). Filosofía, ciencia y pensamiento. Una mirada al pasado para entender nuestra realidad. *Revista Científica De FAREM-Estelí*, (34), 215–223. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i34.10018>
- Martínez, Vasallo, H. (2015). La familia: una visión interdisciplinaria. *Revista Médica Electrónica*, 37(5), 523-534. <http://www.revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/1502>
- Villegas, M. y González, F. (2005). La construcción del conocimiento por parte de estudiantes de educación superior: Un caso de futuros docentes. *Perfiles educativos*, 27(109-110), 117-139. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982005000200006&lng=es&tlng=es.
- Fallas, G., Madrigal, C., García, M., Valenciano, I., Vega, L., Guzmán, G. (2012). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Tecnología en marcha*, 25(2), 80-86.
- Rodríguez, M. A. (2014). Dosificación de concretos. *Revista Ingeniería en Construcción*, 1(1), 24-29. <https://www.academia.edu/download/56745046/1641-5176-1-PB.pdf>.
- Solís, R., Moreno, E., y Arcudia, C. (2008). Estudio de la resistencia del concreto por el efecto combinado de la relación agua-cemento, la relación grava-arena y el origen de los agregados. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 31(3), 213-224. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025407702008000300002&lng=es&tlng=es.
- Reymundo, R., Caller, S. (2022). Trabajabilidad del concreto con mezclas embolsadas y su influencia en la resistencia. *prospectiva universitaria*,

17(1), 25–30.

<https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2020.17.1386>

Pérez, D., y Serrano, M. (2010). análisis de sensibilidad para estimar el módulo de elasticidad estático del concreto. *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*, 2(1),17-30.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=361233547002>

Vélez, L. M. (2010). Permeabilidad y porosidad en concreto. *Revista Tecnológicas*, (25), 169-187. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12622/869>.

Gavilán, A., Cristán, A., y Ize, I. (2003). La situación de los envases de plástico en México. *Gaceta Ecológica*, (69),67-82.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906905>

Serrano Guzmán, M., Torrado Gómez, L. (2013). Propiedades Mecánicas de los Agregados Ante Variaciones Climáticas: Reporte de caso en Bucaramanga. *PROSPECTIVA*, 11(1),30-39.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496250735004>

León, M., y Ramírez, F. (2010). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. *Revista ingeniería de construcción*, 25(2), 215-240. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732010000200003>

Chan, J., Solís, R., Moreno, É. (2003). Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. *Ingeniería*, 7(2),39-46.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46770203>

- Murillo, W. (2008). La investigación científica. Consultado el 18 de abril de 2008
<http://www.monografias.com/trabajos15/investigacion/investigacion/investigacioncientifica.shtm>
- Sánchez Flores, Fabio Anselmo. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 13(1), 102-122.
<https://dx.doi.org/10.19083/ridu.2019.644>
- Del Canto, E., y Silva Silva, A. (2013). Metodología Cuantitativa: Abordaje desde la complementariedad en ciencias sociales. Revista de Ciencias Sociales (Cr), III (141),25-34 ISSN: 0482-5276.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15329875002>

7.2. Fuentes bibliográficas

- Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos,
<http://hebmerma.com/wp-content/uploads/2020/11/TECNOLOGIA-DEL-CONCRETO-Ing.-Flavio-Abanto-Castillo-1.pdf>
- Harmsen T. (2002). Diseño de estructuras de concreto armado. FONDO EDITORIAL 2002. <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/disenode-estructuras-de-concreto-harmsen.pdf>
- Hernández R., Fernández C., y Baptista M., (2009). Metodología de la investigación. México San Marcos,
- Arias F., (2012). Proyecto de investigación. Venezuela, EPISTEME, C.A. xxxxxx

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 21

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>Problema General ¿De qué medida la adición de plástico reciclado influye en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², Barranca, 2023?</p> <p>Problema Específico ¿En qué medida la adición de plástico reciclado influye en la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm², Barranca, 2023?</p> <p>¿En qué medida la adición de plástico reciclado influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm², Barranca, 2023?</p> <p>¿En qué medida la adición de plástico reciclado influye en el módulo de elasticidad del concreto $f'c=210$ kg/cm², Barranca, 2023?</p>	<p>Objetivo General: Determinar la influencia de la adición de plásticos reciclado en las propiedades del concreto en comparación al concreto convencional de 210 kg/cm², Barranca, 2023.</p> <p>Objetivos Específicos: Determinar la influencia de la adición de plásticos reciclado en la trabajabilidad del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.</p> <p>Determinar la influencia de la adición de plásticos reciclado en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.</p> <p>Determinar la influencia de la adición de plásticos reciclado en el módulo de elasticidad del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.</p>	<p>Hipótesis General: La adición de plástico reciclado influye en la determinación de las propiedades del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.</p> <p>Hipótesis Específicas: La adición de plástico reciclado influye en la determinación de la trabajabilidad del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.</p> <p>La adición de plástico reciclado influye en la determinación de la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.</p> <p>La adición de plástico reciclado influye en la determinación del módulo de elasticidad del concreto de 210 kg/cm², Barranca, 2023.</p>	<p>Variable Independiente Plástico reciclado</p> <p>Variable Dependiente Propiedades del Concreto 210 kg/cm²</p>	<p>Granulometría</p> <p>Dosificación (%)</p> <p>Propiedad Física</p> <p>Propiedad mecánica</p>	<p>Tamaño máximo nominal (TMN)</p> <p>Porcentaje 0.5%, 1% y 1.5%</p> <p>Trabajabilidad (SLUMP)</p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>Módulo de elasticidad</p>	<p>Nivel de investigación: Explicativo</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Diseño de Investigación: Cuasi-experimental</p> <p>Enfoque de la investigación: Cuantitativa</p> <p>Población: 36 probetas</p> <p>Muestra: 36 probetas</p> <p>Técnicas de Procesamiento de datos: Uso de softwares.</p> <p>Técnica de Recolección de Datos: Observación participante y/o no participante</p>

Anexo 2: Ensayo de agregados grueso y fino.



Fotografía 1. Agregado Grueso



Fotografía 2. Agregado Fino



Fotografía 3. Procedimiento de selección de material necesario para ensayos del Agregado Grueso (Cuarteo)



Fotografía 4. Procedimiento de selección de material necesario para ensayos del Agregado Fino (Cuarteo)

- **Ensayo granulométrico del Agregado Grueso**

Materiales: Tamizador mecánico, Sucesión de Tamices de (3/4"), (1/2"), (3/8"), (N° 4) y (N° 8) y como fondo se usó una tara con 0.10 g de sensibilidad, cucharón y escobillón de metal, brocha.



(a)



(b)

Fotografía 5. Pesaje de la muestra secada anteriormente por 24 horas a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (a); tamiz mecánico de la muestra (b)



Fotografía 6. Peso de algunos de los retenidos en cada malla.

- **Ensayo granulométrico del Agregado Fino.**

Materiales: Sucesión de Tamices: (1 ½"), (1"), (¾"), (½"), (3/8"), (N° 4) y (N° 8) y como fondo se usó una balanza con 0.10 g de sensibilidad, Cucharón y escobillón de metal, brocha.



(a)



(b)

Fotografía 7. Pesaje de la muestra secada previamente por 24 horas a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. (a); tamiz mecánico de la muestra (b) y posterior toma de pesos retenido en cada malla.

- **Contenido de Humedad - Agregado fino**

Materiales:

- Balanza, sensibilidad 0.01g
- Taras (recipiente metálico)
- Cucharón metálico
- Horno



Fotografía 8. Pesaje de tara (a); pesaje de muestra antes de secado(b) y peso de muestra secada por 24 horas a un ambiente $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (c).

- **Contenido de Humedad - Agregado Grueso**

Materiales: Descritos anteriormente.



Fotografía 9. Pesaje de tara (a); pesaje de muestra antes de secado(b) y peso de muestra seca por 24 hs a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (c).

- **Peso Unitario suelto y compactado del Agregado Fino**
- **Materiales:** Recipiente cilíndrico con volumen definido, varilla lisa de 60cm de largo y 5/8” de diámetro, cucharón metálico, horno, balanza.



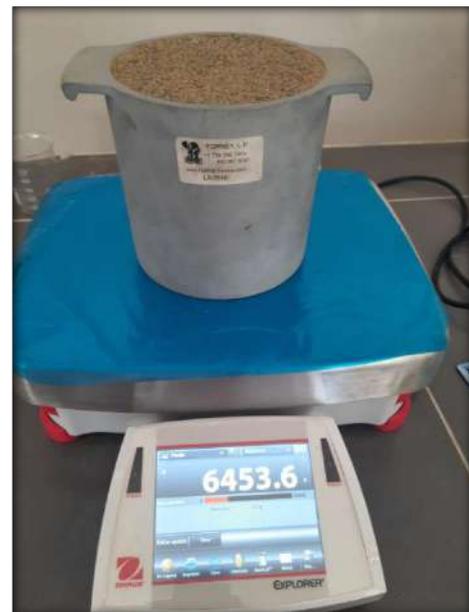
(a)



(b)



(c)



(d)

Fotografía 10. Llenado de la muestra al recipiente de una altura aproximada de 1” (a); enrasado de la muestra con la varilla (b); nivel de enrasado (c) y peso de la muestra + recipiente(d); se realizó el mismo proceso para las 3 muestras para peso unitario suelto.



(a)



(b)

Fotografía 11. Peso unitario compactado, llenado de muestra al recipiente de una altura aproximada de 1", primera capa = 1/3 del recipiente(a); varillado de 25 golpes de la primera capa (b)



(a)



(b)

Fotografía 12. Peso unitario compactado, llenado de muestra al recipiente con una altura aproximada de 1", segunda capa = 2/3 del recipiente (a); varillado de 25 golpes de la segunda capa de la muestra(b)



(a)



(b)



(c)

Fotografía 13. Llenado de la muestra al cono cilíndrico de una altura aproximada de 1", tercera capa del recipiente (a); varillado de 25 golpes de la tercera capa (b); peso del espécimen + recipiente(c) y se realizó el mismo proceso para 3 muestras.

- **Peso Unitario suelto y compactado del agregado grueso**
- **Materiales:** Se requiere materiales similares que se usa para el agregado fino.



(a)



(b)

Fotografía 14. Peso unitario suelto, llenado del espécimen al recipiente de una altura aproximada de 1" (a); enrasado del espécimen con la varilla y peso del espécimen + recipiente(b); se realizó el mismo proceso para las 3 muestras.



(a)



(b)

Fotografía 15. Peso unitario compactado, llenado del espécimen al recipiente de una altura aproximada de 1" en tres capas iguales, varillado de la muestra (25 golpes por capa) (a); pesaje de muestra(b); se realizó el mismo proceso para las 3 muestras.

- **Peso específico y Absorción del Agregado fino**

Materiales: Molde cónico más apisonador metálico, fiola de vidrio de 500 ml, horno, taras y cucharon metálico, horno y balanza con sensibilidad de 0.1 g



(a)



(b)

Fotografía 16. Peso específico, previamente se realizó el saturado de la muestra por 24 horas, secado superficial de muestra (a); Evaluación de humedad del agregado fino después verterse en cono metálico aplicando 25 golpes mediante apisonador (b).



(a)

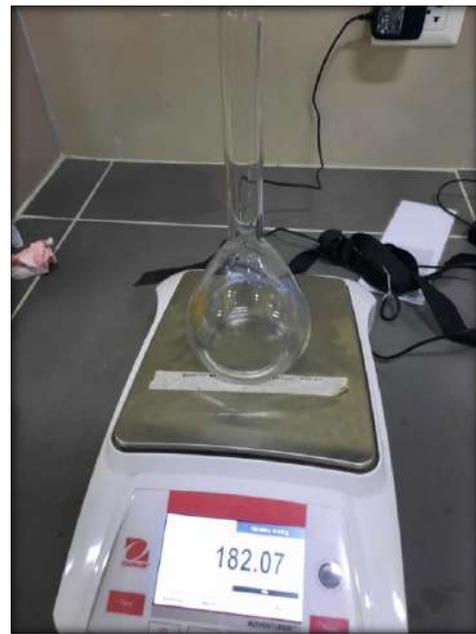


(b)

Fotografía 17. Peso específico, indicador del cono metálico que la muestra aun contiene humedad (a); indicador del cono metálico que la muestra está superficialmente seco (b)



(a)

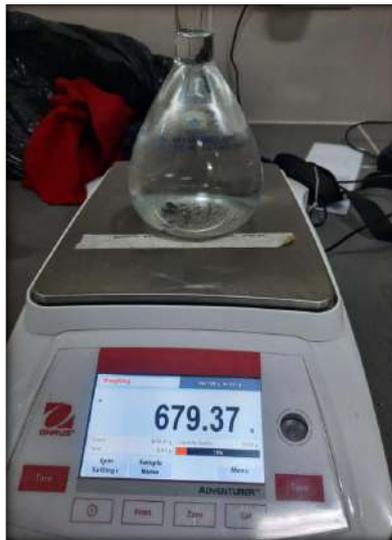


(b)

Fotografía 18. Peso de muestra superficialmente seco (500gr), una vez tarado el recipiente(a); peso de la fiola (b).



(a)



(b)



(c)

Fotografía 19. Peso de muestra seca superficialmente de 500 gr + agua llenada hasta donde indica la fiola (a); peso de fiola + agua (b); peso de muestra + tara después de secado durante 24 horas en horno a temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se realizó el mismo procedimiento para las 3 muestras.

- **Peso específico y Absorción del Agregado grueso.**

Materiales: Balanza de 0.1 g sensibilidad, canastilla, recipiente, cucharón metálico, tara (recipiente metálico), franela y horno.



Fotografía 20. Peso específico, previamente se realizó la saturación de muestra (24 horas), peso de muestra antes de sumergir al balde con agua.



(a)



(b)

Fotografía 21. Peso específico, pesado de muestra con canastilla sumergida completamente en agua (a); pesado de muestra después de secado durante 24 horas en horno a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (b).



Fotografía 22. Análisis granulométrico del plástico reciclado del tamaño de 1/2"

Propiedades físicas y mecánicas del agregado grueso.

Consta de los siguientes ensayos: Ensayo de granulometría, Módulo de fineza, peso específico, absorción, contenido de humedad, peso unitario suelto y compactado.

Granulometría del agregado grueso. - NTP 400.012

La granulometría o ensayo granulométrico por tamizado, se va a determinar siguiendo los pasos de la fotografía 5 y 6.

La normativa nos señala el requerimiento mínimo de pesos (tabla 22), para el ensayo granulométrico de acuerdo al Tamaño Nominal Máximo (TNM), en el cual el agregado debe estar seco.

Tabla 22

Cantidades mínimas de muestra según tamaño (agregado grueso) – NTP 400.012

(TMN)		Cantidad mínima
mm	(Pulg)	Kg
9.5	(3/8)	1
12.5	(1/2)	2
19	(3/4)	5
25	(1)	10
37.5	(1 1/2)	15
50	(2)	20
63	(2 1/2)	35
75	(3)	60
90	(3 1/2)	100
100	(4)	150
125	(5)	300

Fuente: NTP 400.012

Tamaño Máximo (TM): Es aquel tamaño correspondiente al tamiz menor por el que pasa la muestra en su totalidad.

Tamaño Máximo Nominal (TMN): Aquel que pertenece al tamiz menor de la serie que se utiliza, donde se origina el primer retenido.

Para este caso el **TMN** del agregado grueso analizado es de 1/2” para lo cual debemos utilizar como mínimo requerido una muestra de 2kg para cada muestra.

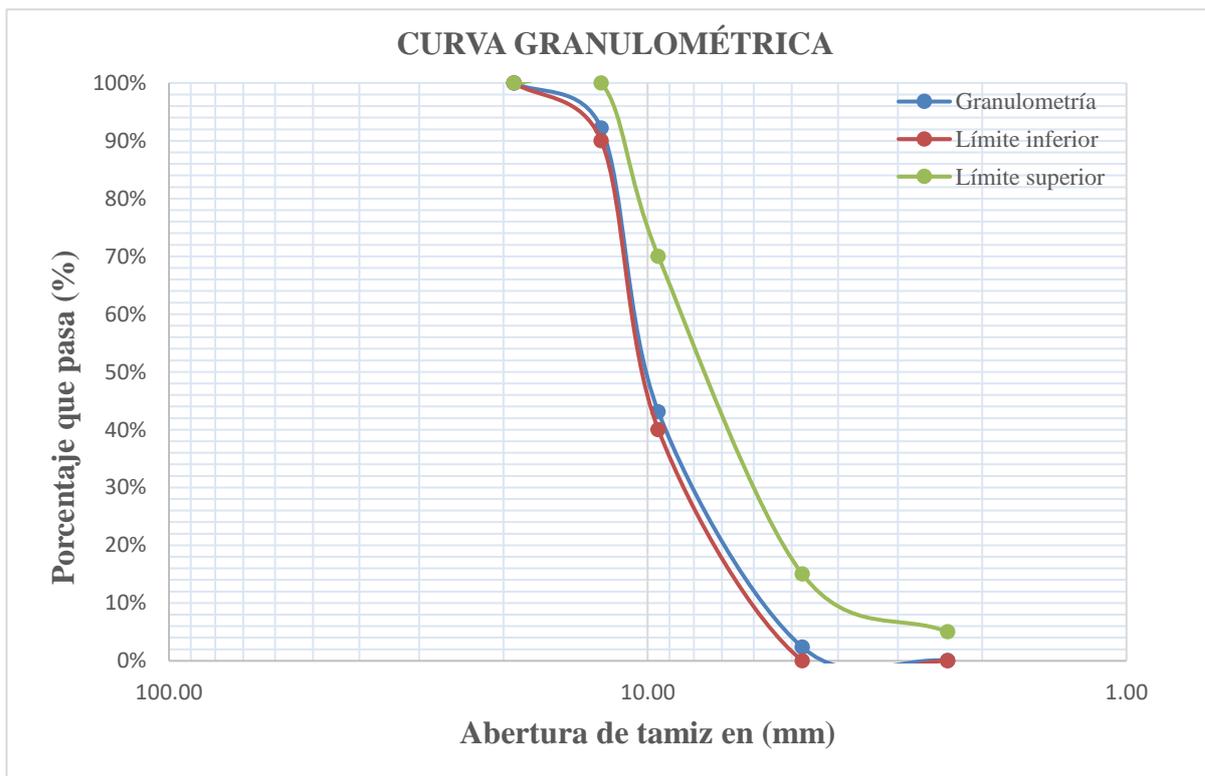
Procedimiento:

- Se realizó el procedimiento de la fotografía 5 y 6.

Tabla 23*Ensayo Granulométrico - Agregado Grueso*

Muestra		Peso inicial de muestra =				2514.23 g	
Tamiz		Peso retenido (gr)	Peso retenido (%)	Retenido Acumulado	Pasante Acumulado	(%) que pasa	
3/4"	19.00 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.50 mm	196.74	7.82	7.82	92.18	90.00	100.00
3/8"	9.50 mm	1233.75	49.07	56.89	43.11	40.00	70.00
N° 4	4.75 mm	1024.82	40.76	97.65	2.35	0.00	15.00
N° 8	2.36mm	58.23	2.32	99.97	0.03	0.00	5.00
FOND O	-	0.69	0.03	100.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL		2514.23	100.00				

Con los valores obtenidos en tabla 23, se elabora la curva granulométrica el cual debe estar entre el límite inferior y superior respectivamente.

*Figura 7: Curva Granulométrica - Agregado Grueso*

En base a los valores obtenidos sobre el agregado, se deduce que cumple con los límites determinados por la norma NTP 400.037, siendo de Huso 7.

Módulo de fineza del agregado grueso

Esta característica resulta de la sumatoria de los % retenidos acumulados de la sucesión de tamices como son 6", 3", 1½", 3/4", 3/8", N° 8, 16, 30, 50 y 100, a este resultado se le divide entre 100, en esta operación no se consideran los tamices de 1", 1/2" y N°4.

Tabla 24

Módulo de Finura - Agregado Grueso

Muestra		Peso inicial de la muestra M= 2514.31 g			
TAMIZ		Peso retenido (gr)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado	Pasante acumulado
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	196.74	7.82	7.82	92.18
3/8"	9.50	1233.75	49.07	56.89	43.11
N° 4	4.75	1024.82	40.76	97.65	2.35
N° 8	2.36	58.23	2.32	99.97	0.03
FONDO	-	0.77	0.03	100.00	0.00
TOTAL		2514.31	100.00		

$$\text{Módulo de Fineza} = (0.00 + 56.89 + 99.97 + 500) / 100 = \mathbf{6.57}$$

Contenido de humedad del agregado grueso

Es la representación de cantidad de agua en exceso en estado saturado y presentando una superficie seca, expresada en (%).

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

W_w = Peso del agua en la muestra (**Peso del espécimen húmeda - Peso de espécimen secada al horno**)

Ws= Peso del suelo seco

Tabla 25

Ensayo Contenido de Humedad - Agregado Grueso – NTP 339.185

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso de tara (gr)	116.75	116.75	116.75	
Peso de muestra húmeda (gr)	2198.95	2299.05	2228.95	
Peso de muestra seca en horno (gr)	2189.77	2288.87	2219.47	
Contenido de Humedad (%)	0.42	0.44	0.43	0.43

La tabla 25, muestra el contenido de humedad de 0,43 %, el cual es útil para corregir la cantidad de agua que se usara en el concreto, esto es debido que el ambiente natural presenta agua dentro del aire.

Peso específico del agregado grueso

Resulta de relacionar la masa y el volumen, de la siguiente manera.

- a) Peso específico de la masa (Pem)

$$Pem = \frac{A}{(B - C)}$$

- b) Peso específico de la masa saturada con superficie seca (Pesss)

$$Pesss = \frac{B}{(B - C)}$$

- c) Peso específico aparente (Pea)

$$Pem = \frac{A}{(A - C)}$$

A: Peso del ejemplar seca en el aire, (gr)

B: Peso del ejemplar saturada superficialmente seca en el aire, (gr)

C: Peso en el agua del ejemplar saturada.

Tabla 26*Peso Específico - Agregado Grueso – NTP 400.021*

Descripción	Unidad	M-1	M-2	M-3	Promedio
A	gr	2363.38	2344.68	2340.71	
B	gr	2372	2353	2351	
C	gr	1513	1475	1473	
(Pem)	gr/cm³	2.751	2.670	2.666	2.70
(PeSSS)	gr/cm³	2.761	2.680	2.678	2.71
(Pea)	gr/cm³	2.779	2.696	2.698	2.72

El ensayo del peso específico es de 2.70 gr/cm³ en base a tabla 26.

Absorción del agregado grueso

Se cuenta con la muestra saturada superficialmente seca, luego de haberla saturado por alrededor de 24 horas.

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

A: Peso de la muestra seca en el aire, (gr)

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, (gr)

Tabla 27*Absorción - Agregado Grueso – NTP 400.021*

Descripción	Unidad	M-1	M-2	M-3	Promedio
A	gr	2363.38	2344.68	2340.71	
B	gr	2372	2353	2351	
Absorción (%)	%	0.36	0.35	0.44	0.39

El porcentaje de absorción es de 0.39 % el cual es fundamental para establecer al aporte de agua del concreto en el diseño.

Peso unitario suelto del agregado grueso

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

M: Peso unitario del agregado en kg/m³.

G: Peso del recipiente más el agregado en kg.

T: Peso del recipiente en kg.

V: Vol. del recipiente en m³.

Para este ensayo el agregado debe estar en condición seca.

Tabla 28

Peso Unit. Suelto - Agregado Grueso – NTP 400.017

Descripción	Unidad	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	kg	5.03	5.03	5.03	
Peso de recipiente + muestra	kg	19.72	19.98	20.06	
Peso de muestra	kg	14.69	14.95	15.03	
Volumen de recipiente	m ³	0.0100	0.0100	0.0100	
P.U.S.	kg/m³	1469.00	1495.00	1503.00	1489.00

El resultado obtenido es de 1489,00 kg/m³ de acuerdo a la tabla 28.

Peso unitario compactado del agregado grueso

Tabla 29

Peso Unit. Compactado - Agregado Grueso – NTP 400.017

Descripción	Unidad	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	kg	5.03	5.03	5.03	
Peso de recipiente + muestra	kg	20.56	20.57	20.59	
Peso de la muestra	kg	15.53	15.54	15.56	
Vol. del recipiente	m ³	0.0100	0.0100	0.0100	
P.U.C.	kg/m³	1553.00	1554.00	1556.00	1554.33

El resultado obtenido en la tabla 29, es de 1554.33 kg/m³.

Propiedades físicas y mecánicas del agregado fino.

Granulometría del agregado fino.

Tabla 30

Granulometría - Agregado Fino – NTP 400.012

MUESTRA		PESO DE LA MUESTRA M=				2407.90 gr	
TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
N° 4	4.75	42.80	1.78	1.78	98.22	95.00	100.00
N° 8	2.36	213.50	8.87	10.64	89.36	80.00	100.00
N° 16	1.18	386.30	16.04	26.69	73.31	50.00	85.00
N° 30	0.596	497.14	20.65	47.33	52.67	25.00	60.00
N° 50	0.298	764.55	31.75	79.09	20.91	5.00	30.00
N° 100	0.148	328.14	13.63	92.71	7.29	0.00	10.00
N° 200	0.074	151.04	6.27	98.99	1.01	0.00	0.00
FONDO	-	24.43	1.01	100.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL		2407.90	100.00			0.00	0.00

A continuación, se representa la curva granulométrica del agregado fino con los datos conseguidos en la tabla 30.

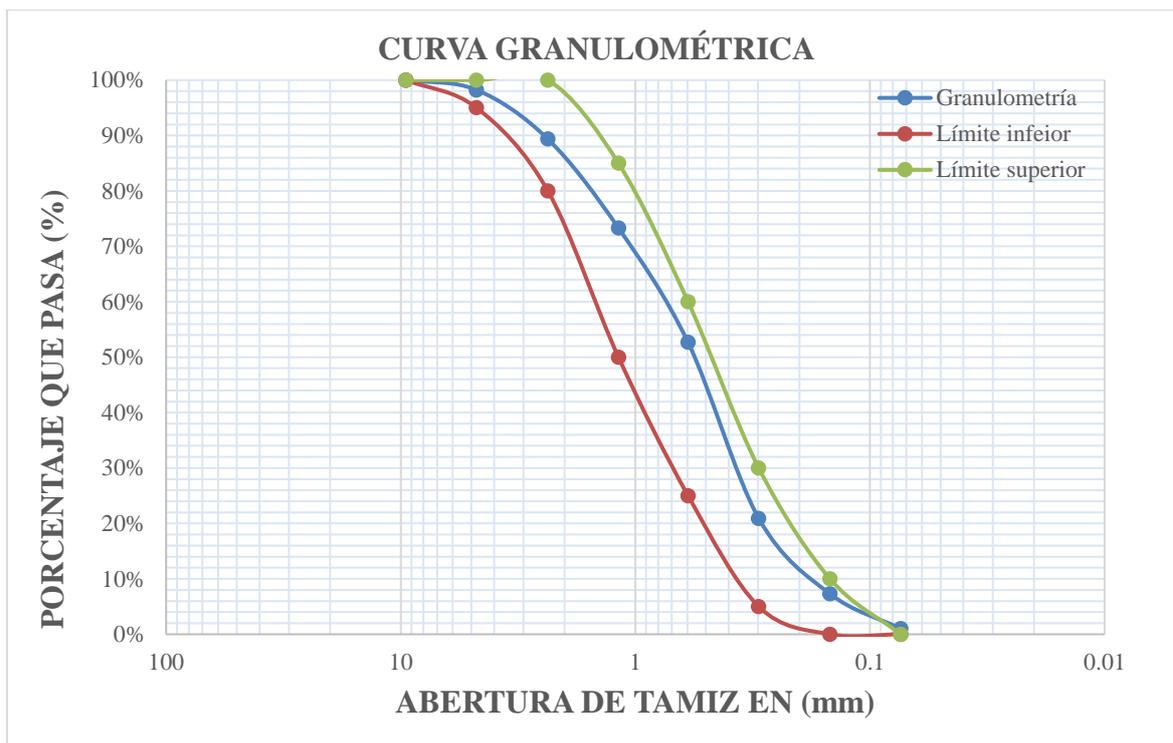


Figura 8. Curva Granulométrica - Agregado Fino

Módulo de fineza del agregado fino

Tabla 31

Módulo de Fineza - Agregado Fino

Muestra		Peso inicial de la muestra			
Tamiz		Peso retenido (g)	Peso retenido (%)	Retenido acumulado	Pasante acumulado
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	42.80	1.78	1.78	98.22
N° 8	2.36	213.50	8.87	10.64	89.36
N° 16	1.18	386.30	16.04	26.69	73.31
N° 30	0.596	497.14	20.65	47.33	52.67
N° 50	0.298	764.55	31.75	79.09	20.91
N° 100	0.148	328.14	13.63	92.71	7.29
N° 200	0.074	151.04	6.27	98.99	1.01
FONDO	-	24.43	1.01	100.00	0.00
Total		2407.9	100.00		

El módulo de fineza es 2.58

Contenido de humedad del agregado fino

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

- W_w = Peso del agua en la muestra
- W_s = Peso del suelo seco

Tabla 32

Contenido de Humedad - Agregado Fino – NTP 339.185

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso de tara (gr)	233.40	233.40	233.40	
Peso de la muestra húmeda (gr)	2422.50	2196.85	2097.40	
Peso de muestra secada al horno (gr)	2407.90	2182.91	2084.57	
% contenido de Humedad	0.61	0.64	0.62	0.62

La tabla 32, indica el contenido de humedad de 0,62%, el cual es útil para corregir el aporte de agua que se usa en el concreto, esto es debido que el ambiente natural presenta agua dentro del aire.

Peso específico del agregado fino

Tabla 33

Peso Específico - Agregado Fino – NTP 400.022

Descripción	Unidad	Muestra
Peso de la muestra +tara	gr	716.32
Peso de la tara	gr	225.45
A= Peso de material superficialmente seco=	gr	500.00
B= Peso de fiola + agua=	gr	679.37
C= Peso de fiola + muestra s.s.s. + agua=	gr	999.19
D=(A+B)-C Vol. de masa + vol. de vacíos (BRUTO)=	cm ³	180.18
E=Wo Peso de material seco en el horno=	gr	490.87
F=D-(A-E) Vol. de masa (NETO)=	cm ³	171.05
Pe= Base seca	E/D	g/cm³
Pe= Base saturada	C/D	g/cm³
Pe= Aparentemente seca	E/F	g/cm³

La tabla 33 nos brinda las respuestas del ensayo del peso específico de 2.72 g/cm³.

Absorción del agregado fino

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

A = Peso de la muestra seca en el aire (gr)

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

Tabla 34

Absorción - Agregado Fino – NTP 400.022

Descripción	Unidad	M-1	M-2	M-3	Promedio
A	g	490.87	491.45	489.95	
B	g	500	500	500	
Absorción	(%)	1.86	1.74	2.05	1.88

El porcentaje de absorción es de 1.88 el cual es necesario para calcular el aporte de agua del concreto durante el diseño de mezclas.

Peso unitario suelto del agregado fino

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

M = Peso unitario del agregado en kg/m³.

G = Peso del recipiente más el agregado en kg.

T = Peso del recipiente en kg.

V = Vol. del recipiente en m³.

Para este ensayo el agregado debe estar en condición seca.

Tabla 35*Peso Unit. Suelto - Agregado Fino – NTP 400.017*

Descripción	Unidad	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	kg	1.54	1.54	1.54	
Peso de recipiente + muestra	kg	6.45	6.49	6.62	
Peso de la muestra	kg	4.91	4.95	5.08	
Vol. del recipiente	m ³	0.0028	0.0028	0.0028	
P.U.S.	kg/m³	1753.57	1767.86	1814.29	1778.57

El resultado de peso unitario suelto según la tabla 35 es de 1778.57 kg/m³.

Peso unitario compactado del agregado fino

Tabla 36*Peso Unit. Compactado - Agregado Fino – NTP 400.017*

Descripción	Unidad	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del recipiente	kg	1.54	1.54	1.54	
Peso de recipiente + muestra	kg	6.89	6.88	6.91	
Peso de la muestra	kg	5.35	5.34	5.37	
Vol. del recipiente	m ³	0.0028	0.0028	0.0028	
P.U.C.	kg/m³	1910.71	1907.14	1917.86	1911.90

El resultado, según la tabla 36 es de 1911.90 kg/m³.

Anexo 3: Diseño de mezclas de concreto

Es el método donde se calcula la proporción de componentes para una mezcla de concreto, de manera que satisfaga los requerimientos establecidos, con el propósito de identificar la resistencia, trabajabilidad y durabilidad del concreto; para el desarrollo de este proceso se debe realizar previamente ensayos de laboratorio de los componentes del concreto, para determinar las principales propiedades de estos, que son fundamentales para el diseño.

Para esta investigación se trabajó con el método de diseño de mezclas ACI.

Diseño de mezclas método ACI.

a) Datos iniciales de diseño:

Tabla 37

Datos - Diseño de Mezcla

Cemento Sol =	Tipo	I
$F'c=$	210	kg/cm ²
Peso Específico del Cemento =	3.15	gr/cm ³
Slump (asentamiento) =	4	”
Peso Específico del Agua =	1000	kg/m ³

b) Propiedades de los agregados

Tabla 38

Datos - Agregados Fino y Grueso

Agregados	Fino	Grueso
Tipo de perfil	-	Angular
Peso unitario (kg/m ³)	1778.57	1489
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1911.9	1554.33
Peso específico (kg/m ³)	2720	2700
Módulo de fineza	2.58	6.57
TMN	-	0.5"
% de Absorción	1.88%	0.39%
% de Humedad	0.62%	0.43%

c) Cálculo de ($F'cr$)

Se usa en casos en los que no se cuenten con registros de probetas anteriores y sus resistencias.

Tabla 39*Resistencia Promedio Requerida*

F'c	F'cr
Menos de 210	F'c + 70
210 - 350	F'c + 84
> 350	F'c + 98

*Fuente: Método ACI*Si: $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Entonces, $F'cr = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$

d) Calculo de contenido de aire en base al TMN del agregado grueso y cantidad de agua

Tabla 40*Contenido de agua y aire en base al TMN Agregado Grueso*

ASENTAMIENTO O SLUMP	Agua en l/m ³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencia indicadas							
	10 mm (3/8")	12.5 mm (1/2")	20 mm (3/4")	25 mm (1")	40 mm (1 1/2")	50 mm (2")	70 mm (3")	150 mm (6")
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO								
1" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Cantidad aproximada de aire incorporado (%)	3	2.5	2	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO								
1" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	197	184	174	166	154	-
% Aire incorporado en función del grado de exposición								
Normal	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Moderada	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Extrema	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: Método ACI

Por lo tanto, se tiene:

2.5 % de contenido de aire atrapado y 216 litros/m³ de agua.

e) Determinación de relación agua – cemento.

Tabla 41

Relación agua/cemento

f'c 28 días (kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150.00	0.79	0.70
200.00	0.69	0.60
250.00	0.61	0.52
300.00	0.54	0.45
350.00	0.47	0.39
400.00	0.42	-
450.00	0.38	-

Fuente: Método ACI

Interpolando:

Tabla 42

Interpolación - Relación a/c

F'c	a/c
200	0.70
210	0.68
250	0.62

La relación a/c es de 0.68.

f) Determinación del contenido de cemento.

Si: a= 216 lt/m³; entonces:

$$\frac{a}{c} = 0.68 ; \text{ entonces } c = 315.79 \text{ kg}$$

Factor C (Bolsas de Cemento) = (315.79 kg) / (42.5 kg/bls) = **7.43 bolsas.**

g) Determinación del peso - Agregado Grueso

Tabla 43

Volumen Agregado Grueso (seco y compactado)

TMN del agregado	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de fineza de del fino (b/bo)			
	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
3/8"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.79	0.78	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

- TMN del A.G: 1/2"

Interpolando:

Tabla 44

Interpolación para b/bo

Mod. Fineza	b/bo
2.4	0.59
2.58	0.572
2.6	0.57

$$Peso a. g = \frac{b}{bo} * Peso u. s. c$$

Por lo tanto, el Peso A. G= **889.07676 kg**

h) Determinación del volumen absoluto

Tabla 45

Cálculo de volumen absoluto

Descripción	Cantidad	Unidad
Cemento	0.100	m ³
Agua	0.216	m ³
Aire	0.000	m ³
Agregado grueso	0.329	m ³
TOTAL	0.646	m³

- En consecuencia, el **vol. del agregado fino** es: $(1 - 0.646) = 0.354 \text{ m}^3$

i) Cálculo de peso - Agregado Fino

- $(\text{Vol. del A. Fino por m}^3) * (\text{Peso espec. del A. Fino kg/m}^3)$

Entonces: $(0.354 \text{ m}^3) * (2720 \text{ kg/m}^3) = 964.14 \text{ kg}$

j) Determinación de diseño en estado seco

Tabla 46

Cálculo de Diseño (estado seco)

Descripción	Cantidad	Unidad
Cemento	315.79	kg
A. Fino	964.14	kg
A. Grueso	889.08	kg
Agua	216	Lt

k) Cálculo de corrección por humedad de agregados

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

Tabla 47*Corrección de humedad - Agregados*

Descripción	Cantidad	Unidad
A. Fino	964.20	kg
A. Grueso	889.11	kg

l) Cálculo del aporte de agua de agregados

$$\frac{(\%W - \%Abs) \times \text{Agregado seco}}{100}$$

Tabla 48*Agua de agregados*

Descripción	Cantidad	Unidad
A. Fino	-0.1215	Lt
A. Grueso	0.0036	Lt
TOTAL	-0.1179	Lt

m) Determinación del agua efectiva

Agua total – aporte de agua a la mezcla: (216 lt - (- 0.1179 lt)) = **216.1179 lt.**

n) Determinación de la proporción de diseño en peso.**Tabla 49***Diseño de mezcla en peso*

Descripción	Cantidad	Unidad
Cemento	315.79	kg
A. Fino	964.20	kg
A. Grueso	889.11	kg
Agua	216.12	lt

- **Proporción de diseño en peso, adicionando plástico reciclado en 3 proporciones distintas (en relación al peso del cemento)**

1) Plástico reciclado adicionado al 0.5%

Tabla 50

Diseño de mezcla - Adición de plástico 0.5%

Descripción	Cantidad	Unidad
Cemento	315.79	kg
A. Fino	964.20	kg
A. Grueso	889.11	kg
Agua	216.12	Lt
Plástico PET (0.5%)	1.58	kg

2) Plástico reciclado adicionado al 1 %

Tabla 51

Diseño de Mezcla - Adición de plástico 1%.

Descripción	Cantidad	Unidad
Cemento	315.79	kg
A. Fino	964.20	kg
A. Grueso	889.11	kg
Agua	216.12	Lt
Plástico PET (1 %)	3.16	kg

3) Plástico reciclado adicionado al 1.5%

Tabla 52

Diseño de Mezcla - Adición de plástico 1.5%.

Descripción	Cantidad	Unidad
Cemento	315.79	kg
A. Fino	964.20	kg
A. Grueso	889.11	kg
Agua	216.12	Lt
Plástico PET (1.5%)	4.74	kg



Fotografía 233. Cemento Sol (peso)



Fotografía 244. Arena Gruesa (peso)



Fotografía 255. Piedra Chancada (peso)



Fotografía 266. Plástico (peso)



(a)



(b)

Fotografía 277. (a) Elaboración del concreto en las distintas proporciones (b) Medición del slump.



(a)



(b)

Fotografía 288. (a) Concreto en estado fresco (b) Curado de probetas



(a)



Fotografía 299. (a) Prensa de concreto (b) Rotura de probetas.

Anexo 4: Resultados de rotura - Testigos cilíndricos

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS		CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC		CONSULTORIA N° C-64792		R.U.C. 20600141865															
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																					
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																					
SOLICITANTES: - RISCO GONZALES, ROBERT PATRICK - VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT				Certificado : 1378-2023-LAB/MS-JONELTA																	
PROYECTO : *ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm², BARRANCA, LIMA 2023*				Hecho por Tec. : FREDY W. ROSALES VILLARREAL																	
UBICACIÓN : DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA				Rev. Por Ing°. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA																	
				Fecha Entrega : HUAURA, 05 DE DICIEMBRE DEL 2023																	
1.0 DE LA MUESTRA: Probetas de Concreto Cilíndrico																					
2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																					
3.0 RESULTADOS:																					
DATOS DEL CONCRETO				MUESTRA PATRON																	
FECHA VACIADO: 28-11-23																					
N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION												
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%										
P-1	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm²	15.00	176.7	443.96	45,256	256	210	122										
P-2	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm²	15.00	176.7	488.33	49,779	282	210	134										
P-3	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm²	15.00	176.7	451.99	46,074	261	210	124										
OBSERVACIONES : Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>07 dias ≤ a</td> <td>70 % Fc</td> </tr> <tr> <td>14 dias ≤ a</td> <td>85 % Fc</td> </tr> <tr> <td>21 dias ≤ a</td> <td>92 % Fc</td> </tr> <tr> <td>28 dias ≤ a</td> <td>100 % Fc</td> </tr> </tbody> </table>												4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)		07 dias ≤ a	70 % Fc	14 dias ≤ a	85 % Fc	21 dias ≤ a	92 % Fc	28 dias ≤ a	100 % Fc
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)																					
07 dias ≤ a	70 % Fc																				
14 dias ≤ a	85 % Fc																				
21 dias ≤ a	92 % Fc																				
28 dias ≤ a	100 % Fc																				
ELABORADO POR						APROBADO POR															
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua															
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Ing. Jefe Laboratorio															
Firma:						Firma:															
 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO						CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C 84702 INGENIERO CIVIL RES. CIP N° 064408															
Fecha: 05/12/2023						Fecha: 5/12/2023															

Figura 9: Rotura de muestras patrón a 7 días

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS																			
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC																			
CONSULTORIA N° C-64792																			
R.U.C. 20600141865																			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																			
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																			
SOLICITANTES:	<ul style="list-style-type: none"> RISCO GONZALES, ROBERT PATRICK VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT 																		
PROYECTO:	"ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm², BARRANCA, LIMA 2023"																		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA																		
Certificado : 1379-2023-LAB/MS-JONELTA Hecho por Tec. : FREDY W. ROSALES VILLARREAL Rev. Por Ing°. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA Fecha Entrega : HUAURA, 05 DE DICIEMBRE DEL 2023																			
1.0 DE LA MUESTRA:	Probetas de Concreto Cilindrico																		
2.0 DEL EQUIPO:	Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																		
3.0 RESULTADOS:																			
DATOS DEL CONCRETO	ADICIÓN 0.5% PLÁSTICO																		
FECHA VACIADO:	28-11-23																		
N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION										
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%								
P-1	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	424.42	43,264	245	210	117								
P-2	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	485.16	49,456	280	210	133								
P-3	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	488.64	49,810	282	210	134								
OBSERVACIONES :																			
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																			
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS) <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>07 días ≤ a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 días ≤ a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 días ≤ a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 días ≤ a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </table>												07 días ≤ a	70 % F'c	14 días ≤ a	85 % F'c	21 días ≤ a	92 % F'c	28 días ≤ a	100 % F'c
07 días ≤ a	70 % F'c																		
14 días ≤ a	85 % F'c																		
21 días ≤ a	92 % F'c																		
28 días ≤ a	100 % F'c																		
ELABORADO POR						APROBADO POR													
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua													
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Ing. Jefe Laboratorio													
Firma:						Firma:													
 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO						CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C 64702 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405													
Fecha: 05/12/2023						Fecha: 5/12/2023													

Figura 10: Rotura con adición 0.5% de plástico a 7 días

 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865																					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																					
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																					
SOLICITANTES:			- RISCO ROBERT PATRICK - VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT																		
PROYECTO :			ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm ² , BARRANCA, LIMA 2023						Certificado : 1380-2023-LAB/MS-JONELTA												
UBICACIÓN :			DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA						Hecho por Tec. : FREDY W. ROSALES VILLARREAL												
									Rev. Por Ing°. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA												
									Fecha Entrega : HUAURA, 05 DE DICIEMBRE DEL 2023												
1.0 DE LA MUESTRA:			Probetas de Concreto Cilíndrico																		
2.0 DEL EQUIPO:			Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																		
3.0 RESULTADOS:																					
DATOS DEL CONCRETO			ADICIÓN 1% PLÁSTICO																		
FECHA VACIADO:			28-11-23																		
N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION												
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm ²	F'c	%										
P-1	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	444.81	45.343	257	210	122										
P-2	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	451.75	46.050	261	210	124										
P-3	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	440.31	44.884	254	210	121										
OBSERVACIONES :																					
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>07 días ≤ a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 días ≤ a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 días ≤ a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 días ≤ a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </tbody> </table>												4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)		07 días ≤ a	70 % F'c	14 días ≤ a	85 % F'c	21 días ≤ a	92 % F'c	28 días ≤ a	100 % F'c
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)																					
07 días ≤ a	70 % F'c																				
14 días ≤ a	85 % F'c																				
21 días ≤ a	92 % F'c																				
28 días ≤ a	100 % F'c																				
ELABORADO POR						APROBADO POR															
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua															
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Ing. Jefe Laboratorio															
Firma:						Firma:															
  FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO						CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C 84702 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 084405															
Fecha: 05/12/2023						Fecha: 5/12/2023															

Figura 11: Rotura con adición 1.0% de plástico a 7 días

 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865																					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																					
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																					
SOLICITANTES:		- RISCO ROBERT PATRICK - VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT																			
PROYECTO :		"ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm ² , BARRANCA, LIMA 2023"						Certificado :		1381-2023-LAB/MS-JONELTA											
UBICACIÓN :		DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA						Hecho por Tec. :		FREDDY W. ROSALES VILLARREAL											
								Rev. Por Ing ^o .		JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA											
								Fecha Entrega :		HUAURA, 05 DE DICIEMBRE DEL 2023											
1.0 DE LA MUESTRA:		Probetas de Concreto Cilíndrico																			
2.0 DEL EQUIPO:		Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																			
3.0 RESULTADOS:																					
DATOS DEL CONCRETO		ADICIÓN 1.5% PLÁSTICO																			
FECHA VACIADO:		28-11-23																			
N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION												
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm ²	F'c	%										
P-1	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	425.70	43,394	246	210	117										
P-2	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	403.65	41,147	233	210	111										
P-3	28-11-23	05-12-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	421.71	42,988	243	210	116										
OBSERVACIONES :																					
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>07 días ≤ a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 días ≤ a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 días ≤ a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 días ≤ a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </tbody> </table>												4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)		07 días ≤ a	70 % F'c	14 días ≤ a	85 % F'c	21 días ≤ a	92 % F'c	28 días ≤ a	100 % F'c
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)																					
07 días ≤ a	70 % F'c																				
14 días ≤ a	85 % F'c																				
21 días ≤ a	92 % F'c																				
28 días ≤ a	100 % F'c																				
ELABORADO POR						APROBADO POR															
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua															
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Ing. Jefe Laboratorio															
Firma:						Firma:															
  TECNICO LABORATORISTA FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO						 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 94702 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405															
Fecha: 05/12/2023						Fecha: 5/12/2023															

Figura 12: Rotura con adición 1.5% de plástico a los 7 días

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865																					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																					
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																					
SOLICITANTES:		-RISCO GONZALES, ROBERT PATRICK -VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT						Certificado : 1391-2023-LAB/MS-JONELTA													
PROYECTO :		*ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm², BARRANCA - LIMA 2023*						Hecho por Tec. : FREDY W. ROSALES VILLARREAL													
UBICACIÓN :		DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA						Rev. Por Ing°. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA													
								Fecha Entrega : HUAURA, 12 DE DICIEMBRE DEL 2023													
1.0 DE LA MUESTRA: Probetas de Concreto Cilíndrico																					
2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																					
3.0 RESULTADOS:																					
DATOS DEL CONCRETO			MUESTRA PATRON																		
FECHA VACIADO:			28-11-23																		
N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION												
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%										
P-1	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm²	15.00	176.7	486.87	49.630	281	210	134										
P-2	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm²	15.00	176.7	535.36	54.573	309	210	147										
P-3	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm²	15.00	176.7	491.73	50.125	284	210	135										
OBSERVACIONES : Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>07 días s a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 días s a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 días s a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 días s a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </tbody> </table>												4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)		07 días s a	70 % F'c	14 días s a	85 % F'c	21 días s a	92 % F'c	28 días s a	100 % F'c
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)																					
07 días s a	70 % F'c																				
14 días s a	85 % F'c																				
21 días s a	92 % F'c																				
28 días s a	100 % F'c																				
ELABORADO POR						APROBADO POR															
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua															
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Ing. Jefe Laboratorio															
Firma:						Firma:															
 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO						CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 84702 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405															
Fecha: 12/12/2023						Fecha: 12/12/2023															

Figura 13: Rotura de mezcla patrón a 14 días

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS		CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC		CONSULTORIA N° C-64792		R.U.C. 20600141865													
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																			
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																			
SOLICITANTES: -RISCO GONZALES, ROBERT PATRICK -VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT				Certificado : 1392-2023-LAB/MS-JONELTA Hecho por Tec. : FREDY W. ROSALES VILLARREAL Rev. Por Ing° : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA Fecha Entrega : HUAURA, 12 DE DICIEMBRE DEL 2023															
PROYECTO : *ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm², BARRANCA , LIMA 2023*																			
UBICACIÓN : DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA																			
1.0 DE LA MUESTRA: Probetas de Concreto Cilindrico																			
2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																			
3.0 RESULTADOS:																			
DATOS DEL CONCRETO				ADICIÓN 0.5% PLÁSTICO															
FECHA VACIADO:				28-11-23															
N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION										
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%								
P-1	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	504.57	51,434	291	210	139								
P-2	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	527.66	53,788	304	210	145								
P-3	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	498.58	50,824	288	210	137								
OBSERVACIONES : Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																			
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)																			
<table border="1"> <tr> <td>07 días ≤ a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 días ≤ a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 días ≤ a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 días ≤ a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </table>												07 días ≤ a	70 % F'c	14 días ≤ a	85 % F'c	21 días ≤ a	92 % F'c	28 días ≤ a	100 % F'c
07 días ≤ a	70 % F'c																		
14 días ≤ a	85 % F'c																		
21 días ≤ a	92 % F'c																		
28 días ≤ a	100 % F'c																		
ELABORADO POR						APROBADO POR													
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua													
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Ing. Jefe Laboratorio													
Firma:						Firma:													
 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO						CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 84502 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405													
Fecha: 12/12/2023						Fecha: 12/12/2023													

Figura 14: Rotura de testigos con adición 0.5% de plástico a 14 días

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS																			
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC																			
CONSULTORIA N° C-64792																			
R.U.C. 20600141865																			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																			
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																			
SOLICITANTES:	-RISCO GONZALES, ROBERT PATRICK -VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT																		
PROYECTO :	ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm². BARRANCA, LIMA 2023*																		
UBICACIÓN :	DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA																		
Certificado : 1393-2023-LAB/MS-JONELTA Hecho por Tec. : FREDY W. ROSALES VILLARREAL Rev. Por Ing.º : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA Fecha Entrega : HUAURA, 12 DE DICIEMBRE DEL 2023																			
1.0 DE LA MUESTRA:	Probetas de Concreto Cilíndrico																		
2.0 DEL EQUIPO:	Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																		
3.0 RESULTADOS:																			
DATOS DEL CONCRETO	ADICIÓN 1% PLÁSTICO																		
FECHA VACIADO:	28-11-23																		
N° DE PROBETA	FECHA	EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION											
	MOLDEO	ROTURA				Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%									
P-1	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	476.15	48,537	275	210	131								
P-2	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	437.97	44,645	253	210	120								
P-3	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	472.72	48,188	273	210	130								
OBSERVACIONES :																			
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																			
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)																			
<table border="1"> <tr> <td>07 dias ≤ a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 dias ≤ a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 dias ≤ a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 dias ≤ a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </table>												07 dias ≤ a	70 % F'c	14 dias ≤ a	85 % F'c	21 dias ≤ a	92 % F'c	28 dias ≤ a	100 % F'c
07 dias ≤ a	70 % F'c																		
14 dias ≤ a	85 % F'c																		
21 dias ≤ a	92 % F'c																		
28 dias ≤ a	100 % F'c																		
ELABORADO POR						APROBADO POR													
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua													
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Ing. Jefe Laboratorio													
Firma:						Firma:													
 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO						CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 84702 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 084405													
Fecha: 12/12/2023						Fecha: 12/12/2023													

Figura 15: Rotura de testigos con adición 1.0% de plástico a 14 días

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS		CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC		CONSULTORIA N° C-64792		R.U.C. 20600141865															
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																					
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																					
SOLICITANTES: -RISCO GONZALES, ROBERT PATRICK -VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT				Certificado : 1394-2023-LAB/MS-JONELTA																	
PROYECTO : "ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm², BARRANCA, LIMA 2023"				Hecho por Tec. : FREDY W. ROSALES VILLARREAL																	
UBICACIÓN : DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA				Rev. Por Ingº. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA																	
				Fecha Entrega : HUAURA, 12 DE DICIEMBRE DEL 2023																	
1.0 DE LA MUESTRA:		Probetas de Concreto Cilindrico																			
2.0 DEL EQUIPO:		Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																			
3.0 RESULTADOS:																					
DATOS DEL CONCRETO		ADICIÓN 1.5% PLÁSTICO																			
FECHA VACIADO:		28-11-23																			
N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION												
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%										
P-1	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm²	15.00	176.7	483.10	49,246	279	210	133										
P-2	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm²	15.00	176.7	451.94	46,069	261	210	124										
P-3	28-11-23	12-12-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm²	15.00	176.7	474.82	48,402	274	210	130										
OBSERVACIONES :																					
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>07 dias s a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 dias s a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 dias s a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 dias s a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </tbody> </table>												4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)		07 dias s a	70 % F'c	14 dias s a	85 % F'c	21 dias s a	92 % F'c	28 dias s a	100 % F'c
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)																					
07 dias s a	70 % F'c																				
14 dias s a	85 % F'c																				
21 dias s a	92 % F'c																				
28 dias s a	100 % F'c																				
ELABORADO POR						APROBADO POR															
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua															
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Ing. Jefe Laboratorio															
Firma:						Firma:															
 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO						CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 94702 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405															
Fecha: 12/12/2023						Fecha: 12/12/2023															

Figura 16: Rotura de testigos con adición 1.5% de plástico a 14 días

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS																			
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC																			
CONSULTORIA N° C-64792																			
R.U.C. 20600141865																			
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																			
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																			
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																			
SOLICITANTES:	RISCO ROBERT PATRICK VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT																		
PROYECTO:	"ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm ² BARRANCA LIMA 2023"																		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA																		
Certificado : 1433-2023-LAB/MS-JONELTA Hecho por Tec. : FREDY W ROSALES VILLARREAL Rev. Por Ing^o. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA Fecha Entrega : HUAURA, 26 DE DICIEMBRE DEL 2023																			
1.0 DE LA MUESTRA:	Probetas de Concreto Cilíndrico																		
2.0 DEL EQUIPO:	Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																		
3.0 RESULTADOS:																			
DATOS DEL CONCRETO	MEZCLA PATRON																		
FECHA VACIADO:	28-11-23																		
N° DE PROBETA	FECHA	EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION											
	MOLDEO	ROTURA				Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%									
P-1	28-11-23	26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	577.90	58.909	333	210	159								
P-2	28-11-23	26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	587.56	59.894	339	210	161								
P-3	28-11-23	26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	572.58	58.367	330	210	157								
OBSERVACIONES :																			
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																			
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)																			
<table border="1"> <tr> <td>07 días ≤ a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 días ≤ a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 días ≤ a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 días ≤ a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </table>												07 días ≤ a	70 % F'c	14 días ≤ a	85 % F'c	21 días ≤ a	92 % F'c	28 días ≤ a	100 % F'c
07 días ≤ a	70 % F'c																		
14 días ≤ a	85 % F'c																		
21 días ≤ a	92 % F'c																		
28 días ≤ a	100 % F'c																		
ELABORADO POR						APROBADO POR													
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua													
Carga: Tecnico Laboratorio						Carga: Ing. Jefe Laboratorio													
 FREDY W ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS						CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 84502 INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 084405													
Fecha: 26/12/2023						Fecha: 26/12/2023													

Figura 17: Rotura de muestra patrón a 28 días

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS																		
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC																		
CONSULTORIA N° C-64792																		
R.U.C. 20600141865																		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																		
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																		
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																		
SOLICITANTES:	RISCO ROBERT PATRICK VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT																	
PROYECTO:	"ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm², BARRANCA LIMA 2023"																	
UBICACIÓN:	DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA																	
Certificado : 1434-2023-LAB/MS-JONELTA Hecho por Tec. : FREDY W. ROSALES VILLARREAL Rev. Por Ing° : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA Fecha Entrega : HUAURA, 26 DE DICIEMBRE DEL 2023																		
1.0 DE LA MUESTRA:	Probetas de Concreto Cilindrico																	
2.0 DEL EQUIPO:	Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																	
3.0 RESULTADOS:																		
DATOS DEL CONCRETO	ADICIÓN - 0.5% PLÁSTICO																	
FECHA VACIADO:	28-11-23																	
N° DE PROBETA	FECHA MOLDEO ROTURA	EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA Kn Kg		TENSION Kg/cm² F'c %										
P-1	28-11-23 26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	538.81	54,925	311	210	148								
P-2	28-11-23 26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	497.81	50,745	287	210	137								
P-3	28-11-23 26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	443.97	45,257	256	210	122								
/																		
OBSERVACIONES :																		
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																		
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS) <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>07 días ≤ a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 días ≤ a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 días ≤ a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 días ≤ a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </table>											07 días ≤ a	70 % F'c	14 días ≤ a	85 % F'c	21 días ≤ a	92 % F'c	28 días ≤ a	100 % F'c
07 días ≤ a	70 % F'c																	
14 días ≤ a	85 % F'c																	
21 días ≤ a	92 % F'c																	
28 días ≤ a	100 % F'c																	
ELABORADO POR						APROBADO POR												
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua												
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Ing. Jefe Laboratorio												
 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC LABORATORISTA MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO						Firma:  CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C 64792 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405												
Fecha: 26/12/2023						Fecha: 26/12/2023												

Figura 18: Rotura de testigos con adición 0.5% de plástico a 28 días

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS																					
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC																					
CONSULTORIA N° C-64792																					
R.U.C. 20600141865																					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																					
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																					
SOLICITANTES:	RISCO GONZALEZ, ROBERT PATRICK VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT																				
PROYECTO:	ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm ² . BARRANCA, LIMA 2023																				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA																				
Certificado:	1435 20231 ABMS JONELTA																				
Hecho por Tec.:	FREDDY W. ROSALES VILLARREAL																				
Rev. Por Ing.º:	JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA																				
Fecha Entrega:	HUAYRA, 26 DE DICIEMBRE DEL 2023																				
1.0 DE LA MUESTRA:	Probetas de Concreto Cilíndrico																				
2.0 DEL EQUIPO:	Presna marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																				
3.0 RESULTADOS:																					
DATOS DEL CONCRETO	ADICIÓN 1% PLÁSTICO																				
FECHA VACIADO:	28-11-23																				
N° DE PROBETA	FECHA	EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION													
	MOLDEO	ROTURA				Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%											
P-1	28-11-23	26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	509.63	51.950	294	210	140										
P-2	28-11-23	26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	510.62	52.051	295	210	140										
P-3	28-11-23	26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	507.40	51.723	293	210	139										
OBSERVACIONES : Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>07 dias ≤ a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 dias ≤ a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 dias ≤ a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 dias ≤ a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </tbody> </table>												4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)		07 dias ≤ a	70 % F'c	14 dias ≤ a	85 % F'c	21 dias ≤ a	92 % F'c	28 dias ≤ a	100 % F'c
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)																					
07 dias ≤ a	70 % F'c																				
14 dias ≤ a	85 % F'c																				
21 dias ≤ a	92 % F'c																				
28 dias ≤ a	100 % F'c																				
ELABORADO POR						APROBADO POR															
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua															
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Ing. Jefe Laboratorio															
Firma: 						Firma: 															
 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA M.E.C. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS						 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR INGENIERO CIVIL R.U.C. CIP N° 084400															
Fecha: 26/12/2023						Fecha: 26/12/2023															

Figura 19: Rotura de testigos con adición 1.0% de plástico a 28 días

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS																					
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC																					
CONSULTORIA N° C-64792																					
R.U.C. 20600141865																					
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN TESTIGOS CILINDRICOS																					
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																					
SOLICITANTES:	RISCO ROBERT PATRICK VILLANUEVA CUEVA YONATAN SMIT																				
PROYECTO:	"ADICIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE CONCRETO F'c = 210 Kg/cm ² BARRANCA LIMA 2023"																				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE BARRANCA - PROVINCIA DE BARRANCA - DEPARTAMENTO DE LIMA																				
Certificado : 1436-2023-LAB/MS-JONELTA Hecho por Tec.: FREDY W. ROSALES VILLARREAL Rev. Por Ing^o. : JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA Fecha Entrega : HUAURA, 26 DE DICIEMBRE DEL 2023																					
1.0 DE LA MUESTRA:	Probetas de Concreto Cilindrico																				
2.0 DEL EQUIPO:	Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																				
3.0 RESULTADOS:																					
DATOS DEL CONCRETO ADICIÓN - 1.5% PLÁSTICO																					
FECHA VACIADO: 28-11-23																					
N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION												
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm ²	F'c	%										
P-1	28-11-23	26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	476.62	48,585	275	210	131										
P-2	28-11-23	26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	498.16	50,781	287	210	137										
P-3	28-11-23	26-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	501.49	51,120	289	210	138										
OBSERVACIONES :																					
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>07 dias ≤ a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 dias ≤ a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 dias ≤ a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 dias ≤ a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </tbody> </table>												4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)		07 dias ≤ a	70 % F'c	14 dias ≤ a	85 % F'c	21 dias ≤ a	92 % F'c	28 dias ≤ a	100 % F'c
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)																					
07 dias ≤ a	70 % F'c																				
14 dias ≤ a	85 % F'c																				
21 dias ≤ a	92 % F'c																				
28 dias ≤ a	100 % F'c																				
ELABORADO POR						APROBADO POR															
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL						Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua															
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Ing. Jefe Laboratorio															
Firma:  FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS						Firma:  CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C 84702 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 004405															
Fecha: 26/12/2023						Fecha: 26/12/2023															

Figura 20: Rotura de testigos con adición 1.0% de plástico a 28 días

Anexo 5: Certificaciones de calibración - Equipo Prensa de Concreto

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LFP - 014 - 2023

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Orden de trabajo	OT 0011-23	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	CONSTRUCTORA JONELTA S.A.C.	
3. Dirección	Av. Coronel Portillo Nro. 216, Huaura - Lima - LIMA	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad	2000 kN	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STYE-2000	
Número de Serie	140433	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	LM-02	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,01 / 0,1 kN (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETOS, SUELOS Y ASFALTO	
5. Fecha de Calibración	2023-01-17	

Fecha de Emisión

2023-01-20

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por
Williams Pérez

Fecha: 2023.01.20 08:40:52
-05'00'

Sello



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LFP - 014 - 2023***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 "Materiales metálicos. Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza". (ISO 7500-1:2018).

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE CONCRETOS, SUELOS Y ASFALTO
Av. Coronel Portillo Nro. 216, Huaura - Lima - LIMA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,0 °C	25,0 °C
Humedad Relativa	63 % HR	63 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 87747 / 2021-1 95857	CELDA DE CARGA calibrado a 1 000 kN con incertidumbre del orden de 0,24 %	LEDI-PUCP INF-LE 037-22B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LFP - 014 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,0	100,2	100,3	100,2	100,2
20	200,0	200,5	200,4	200,5	200,5
30	300,0	301,0	301,2	301,2	301,2
40	400,0	401,0	401,1	400,8	400,9
50	500,0	500,7	500,5	500,7	500,6
60	600,0	601,1	601,1	601,2	601,1
70	700,0	699,5	699,6	699,4	699,5
80	800,0	800,6	800,8	800,6	800,7
90	900,0	900,9	901,1	901,3	901,1
100	1000,0	1001,7	1001,7	1001,7	1001,7
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100,0	-0,19	0,10	---	0,01	0,35
200,0	-0,26	0,05	---	0,01	0,35
300,0	-0,39	0,07	---	0,00	0,35
400,0	-0,23	0,07	---	0,00	0,35
500,0	-0,12	0,04	---	0,00	0,35
600,0	-0,18	0,02	---	0,00	0,35
700,0	0,07	0,03	---	0,00	0,35
800,0	-0,09	0,02	---	0,00	0,35
900,0	-0,12	0,04	---	0,00	0,35
1000,0	-0,17	0,00	---	0,00	0,35

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.