

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto
 $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de
Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019

TESIS

Para optar el título profesional de:

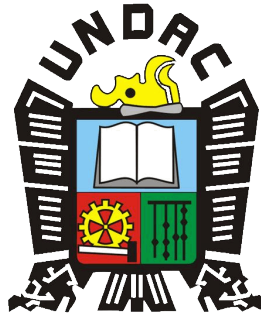
Ingeniero Civil

Autor : Bach. Naysha Zascha QUINTO ROBLES

Asesor : Mg. José German RAMIREZ MEDRANO

Cerro de Pasco - Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto
 $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de
Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Eusebio ROQUE HUAMAN
PRESIDENTE

Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
MIEMBRO

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en especial a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme la oportunidad de desarrollar capacidades, competencias y optar el Grado Académico de Ingeniero Civil.

ABSTRACT

This thesis projected to opt for the professional title of Civil Engineer, has as its name: "EVALUATION OF THE MECHANICAL PHYSICAL PROPERTIES OF THE CONCRETE $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, PLASTIC ADDITIONAL" PET "RECYCLED IN THE DISTRICT DE YANACANCHA, PROVINCE AND REGION OF PASCO – 2019", which was developed in the laboratory environments of the School of Professional Training of Civil Engineering - Daniel Alcides Carrión National University, will aim to determine the physical physical properties of concrete $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, added recycled "PET" plastic in the district of Yanacancha, Province and Region of Pasco.

Justified by the limited knowledge about the use of recycled PET plastic in construction elements in the District of Yanacancha, Province and Region of Pasco, so the characteristics and benefits of this material are unknown.

Which by means of the analysis of the compression resistance test which was carried out at 7, 14 and 28 days respectively, evidencing through the compression test that is indirectly proportional to the percentage of replacement of aggregates with flakes of recycled PET plastic.

Keywords: Pastico "PET", compressive strength.

RESUMEN

El presente proyectó de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, tiene como nombre: **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, ADICIONADO PLÁSTICO "PET" RECICLADO EN EL DISTRITO DE YANACANCHA, PROVINCIA Y REGIÓN DE PASCO - 2019**”, el cual fue desarrollado en los ambientes del laboratorio de la Escuela de Formación profesional de Ingeniería Civil – Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, tendrá como objetivo de determinar las propiedades físicas mecánicas del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, adicionado plástico "PET" reciclado en el distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco.

Justificada por el limitado conocimiento sobre el uso del plástico PET reciclado en elementos constructivos en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco, por lo que se desconocen las características y beneficios de este material.

El cual mediante el análisis del ensayo a la resistencia a la compresión las cuales se realizó a los 7, 14 y 28 días respectivamente, evidenciando mediante el ensayo a la compresión que es indirectamente proporcional al porcentaje del reemplazo de agregados por hojuelas de plástico PET reciclado.

Palabras clave: Pastico “PET”, resistencia a la compresión.

INTRODUCCIÓN

El tema de la utilización de los desechos sólidos cobra gran relevancia en la actualidad, por lo cual es fundamental continuar el proceso de concientización acerca de reducir, transformar y reciclar los materiales que se adquieren para satisfacer las necesidades personales, los cuales en su mayoría son artículos que tienen componentes plásticos que tardan años para descomponerse.

En relación con lo anterior, la presente investigación se enfoca en analizar mezclas de concreto con diferentes proporciones de agregados plásticos, con el fin de reutilizar este material que hoy es uno de los que causan mayor impacto ambiental. Por el cual se propone como pregunta a responder: ¿Cuáles son las propiedades físicas mecánicas del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, adicionado plástico "PET" reciclado en el distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco?.

En este sentido los materiales plásticos, considerados como contaminantes por ser no biodegradables, pueden constituirse como una alternativa no sólo para alcanzar dicho equilibrio, sino además para minimizar el impacto económico ; al presentar propiedades como: durabilidad y resistencia a la corrosión, efectividad como aislante de frío, calor y ruido, bajo costo frente a otros materiales constructivos, fácil limpieza y mantenimiento, sencilla manipulación y rápida instalación, livianos y con una gran vida útil por ser altamente reutilizables y reciclables.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

ABSTRACT

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLA

INDICE DE GRAFICO

INDICE DE ILUSTRACIONES

CAPÍTULO I _____ **1**

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN _____ **1**

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA _____ **1**

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN _____ **3**

1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA _____ **3**

1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO _____ **4**

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA _____ **4**

1.3.1. PROBLEMA GENERAL _____ **4**

1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS _____ **5**

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS _____ **5**

1.4.1. OBJETIVO GENERAL _____ **5**

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS _____ **5**

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION _____ **6**

1.6. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN _____ **6**

CAPÍTULO II _____ **7**

MARCO TEORICO _____ **7**

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO _____ **7**

2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS _____ **15**

2.2.1. PET (PLÁSTICO) _____ **15**

2.2.2. CONCRETO _____ **28**

2.2.3. MAMPOSTERÍA _____ **37**

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS _____ **42**

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS _____ **44**

2.4.1. HIPOTESIS GENERAL _____ **44**

2.4.2. HIPOTESIS ESPECÍFICOS _____ **44**

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES _____ **44**

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES _____ **44**

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES _____	45
2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES _____	45
CAPÍTULO III _____	46
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN _____	46
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN _____	46
3.2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN _____	47
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN _____	47
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA _____	47
3.4.1. POBLACIÓN _____	47
3.4.2. MUESTRA _____	48
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS _____	48
3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS _____	49
3.6.1. TÉCNICAS _____	49
3.6.2. INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN. _____	49
3.7. TRATAMIENTO ESTADISTICO _____	49
3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN _____	49
3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA _____	50
CAPÍTULO IV _____	51
RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	51
4.1. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO _____	52
4.1.1. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL “PET” _____	52
4.1.2. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO _____	52
4.1.3. CALCULO DE DISEÑO DE MEZCLA _____	65
4.1.4. % DE PET EN EL DISEÑO DEL CONCRETO _____	71
4.1.5. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN _____	71
4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS _	72
4.2.1. RESULTADO DE PROPIEDADES DE AGREGADO _____	72
4.2.2. RESULTADO DE DISEÑO DE MEZCLA _____	75
4.2.3. RESULTADO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. _____	78
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS _____	82
4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO _____	82
4.3.2. PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO _____	82
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS _____	83
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Operatividad de las Variables.....	45
Tabla 2. Numero de Muestra.....	48
Tabla 3. Propiedades físicas del PET	52
Tabla 4. resistencia a la compresión Promedio	65
Tabla 5. Porcentaje que pasa.....	65
Tabla 6. Asentamiento (Slump)	66
Tabla 7. Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción.....	66
Tabla 8. Volumen Unitario de Agua	67
Tabla 9. Contenido de aire atrapado	67
Tabla 10. Relación agua – cemento.....	68
Tabla 11. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto	70
Tabla 12. Porcentaje de PET por grupo de estudio	71
Tabla 13. Contenido de Humedad de Piedra Chancado	72
Tabla 14. P.U.S - Piedra Chancada	73
Tabla 15. Granulometría Promedio de Piedra Chancada	73
Tabla 16. P.U.C. - Piedra Chancada	73
Tabla 17. P.E.N. - Piedra Chancada	73
Tabla 18. Absorción - Piedra Chancada	74
Tabla 19. Contenido de Humedad de Agregado Fino	74
Tabla 20. Granulometría Promedio de Agregado Fino	74
Tabla 21. P.U.S – Agregado Fino	74
Tabla 22. P.U.S – Agregado Fino	75
Tabla 23. Agregado Fino	75
Tabla 24. Diseño de Concreto Para Grupo 1	75
Tabla 25. Resistencia a la Compresión de Grupo 1	78
Tabla 26. Resistencia a la Compresión de Grupo 2.....	79
Tabla 27. Resistencia a la Compresión de Grupo 3.....	80
Tabla 28. Resistencia a la Compresión de Grupo 4.....	81
Tabla 29. Resumen de la Resistencia a la Compresión de los Grupos	83

INDICE DE GRAFICO

Grafico 1. Diseño de la Investigación	47
Grafico 2. Número de probetas en función del error máximo e, (ASTM C 823)	50
Grafico 3. Resistencia a la Compresión de Grupo 1	78
Grafico 4. Resistencia a la Compresión de Grupo 2	79
Grafico 5. Resistencia a la Compresión de Grupo 3	80
Grafico 6. Resistencia a la Compresión de Grupo 4	81
Grafico 7. Resistencia a la Compresión	83

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de Localización de Localidad.....	3
Ilustración 2. Mapa de Localización de Localidad.....	3
Ilustración 3. Imagen Satelital del Tramo a Estudiar	4
Ilustración 4. Símbolo del tereftalato de polietileno.....	18
Ilustración 5. Reciclaje de plástico	22
Ilustración 6. Concreto	29
Ilustración 7. Muro en mampostería de piedra	38

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

En la sociedad universal, tanto en el Perú; y del mismo modo en el Distrito de Yanacancha – Región y Provincia de Pasco, Uno de los grandes problemas que se plantea; es el desconocimiento sobre nuevos materiales para la construcción en los nuevos proyectos de edificación y otros, esto se debe a la idiosincrasia de la sociedad, la misma que no permite la introducción de materiales alternativos, ya que concibe al hormigón, ladrillo cerámico y teja como la única solución para construcción de los proyectos de edificación, pese a sus elevados costos.

En el distrito de Yanacancha – Zona Urbana de la ciudad en los últimos años presenta niveles considerables de contaminación provocados por la

indiscriminada disposición que se da a los RSU, así como la falta de una cultura de reciclaje en la ciudad.

Los residuos sólidos producidos diariamente están compuestos, en gran cantidad por envases de bebidas de consumo masivo, que no se degradan fácilmente y pueden permanecer durante décadas afectando al medioambiente.

Con el fin de contribuir a la gestión de los residuos, se promueve cada vez más el reciclaje. Reciclar recipientes plásticos PET (tereftalato de polietileno) permite que éstas sean utilizadas como materia prima en diversas industrias.

Se plantea el diseño y elaboración de nuevos elementos y tecnologías constructivas como una alternativa ecológica en la industria de la construcción de nuevos proyectos.

Por lo tanto, es necesario empezar a explorar nuevos materiales de construcción como por ejemplo ladrillos y/o elementos de una resistencia a la compresión de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, ya que son los más utilizados en la elaboración de mampostería, los mismos que deberán cubrir las expectativas exigidas por los técnicos vinculados a la construcción, tomado en cuenta aspectos técnicos, económicos, sociales y ecológicos.

1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

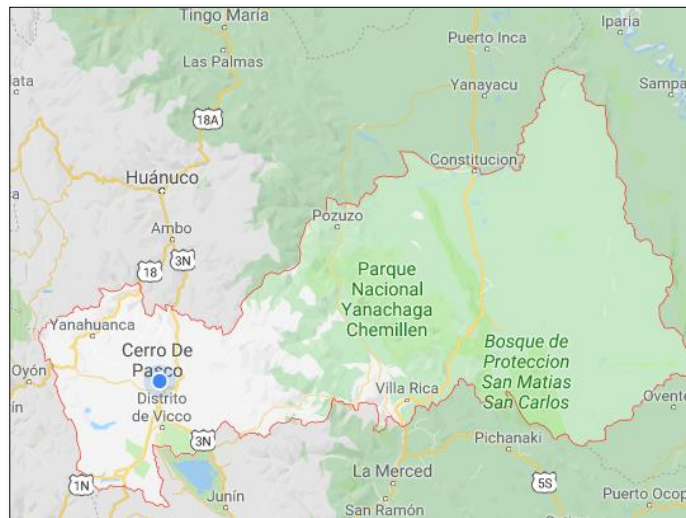


Ilustración 1. Mapa de Localización de Localidad
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>



Ilustración 2. Mapa de Localización de Localidad
FUENTE: <https://www.google.com/maps/>

1.2.2. DELIMITACIÓN DE ESTUDIO

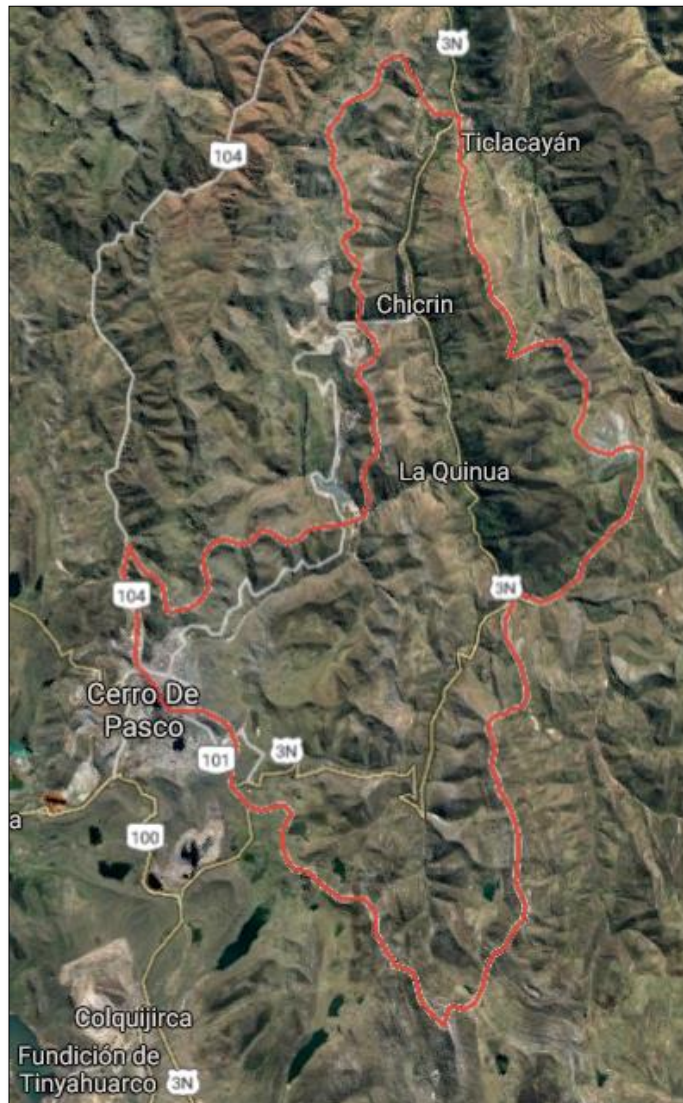


Ilustración 3. Imagen Satelital del Tramo a Estudiar
Fuente: Propio.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son las propiedades físicas mecánicas del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, adicionado plástico "PET" reciclado en el distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco?.

1.3.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son las Propiedades físicas - mecánicas de los agregados empleados en el diseño del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$?
- ¿Cuáles son las características y Propiedades físicas y Mecánicas del PET en el diseño del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$?
- ¿Cuál es la resistencia a la compresión alcanzada del concreto con plástico PET reciclado en el distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco?

1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las propiedades físicas mecánicas del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, adicionado plástico "PET" reciclado en el distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las Propiedades físicas de los Agregados empleados en el diseño.
- Determinar las Propiedades Mecánicas de los Agregados empleados en el diseño.
- Evaluar las característica y propiedades físicas y mecánicas del PET en el diseño del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.
- Determinar la Resistencia a compresión del concreto con plástico PET reciclado.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION

El presente estudio de tesis tiene como justificación por el limitado conocimiento sobre el uso del plástico PET reciclado en elementos constructivos en Perú y aún más en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco, por lo que se desconocen las características y beneficios de este material, el déficit de conocimiento trae consigo el desperdicio de material, pues la industria del reciclaje en nuestro país se limita a lavar y triturar el material reciclado, para luego exportarlo en forma de hojuelas de PET, sin mayor valor agregado.

1.6. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

No se presentaron.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

El presente proyecto de investigación tiene antecedentes en las siguientes investigaciones:

TEMA : “Revisión bibliográfica sobre el uso del plástico como un nuevo material en fabricación de bloques de concreto para la industria de la construcción”

AUTOR : Gaby Gabriela GALINDO GONZALES

INSTITUCIÓN : Universidad Católica San Pablo

AÑO : 2018

RESUMEN : El presente proyecto tiene como propósito describir las metodologías para el uso de plástico como adición al concreto para la fabricación de bloques, de tal manera que contribuya a la innovación en la reutilización de este material en la industria de la construcción aplicado al ámbito regional. En la ciudad de Arequipa, según el inventario de emisiones atmosféricas realizado por Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) en el 2003, la industria ladrillera (ladrilleras mecanizadas e informales) constituye la fuente de mayor emisión de contaminantes estacionarios, aportando el 40% del total de estas emisiones. PRAL. (2009). Los bloques de concreto en Arequipa, son poco utilizados en construcción de viviendas, ya que en la mayoría de casos es usado el ladrillo de arcilla, debido a la disponibilidad en el mercado de diferentes marcas y en grandes cantidades, sin embargo, empresas locales producen bloques de concreto, teniendo este en su forma convencional (sin adiciones), otros beneficios en comparación al ladrillo de arcilla.

Se estudiarán las unidades de albañilería y sus pruebas según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), que es el reglamento que rige los materiales, procesos constructivos, criterios de diseño tanto para obras de construcción como de habilitación urbana en el Perú, el PET, el concreto, los bloques de concreto convencionales, así como los bloques de concreto adicionados.

El plástico reciclado forma parte de los componentes para los bloques de concreto adicionados, por tal motivo se realizará el estudio de sus características y propiedades, clasificación, así como los antecedentes bibliográficos. Por último, la descripción de los recursos para su

fabricación y el procesamiento, también forman parte importante del presente estudio.

En la presente investigación se utilizarán fuentes bibliográficas basados en artículos referente al tema en estudio. Se realizará el análisis bibliométrico, tomando 20 referencias mínimas, teniendo como criterio de búsquedas las palabras clave, definiciones. Para obtener la(s) metodología (s) de proceso, se realizará un análisis de cada artículo referente a los objetivos requeridos con el fin de obtener un comparativo de metodologías e interpretación de resultados de cada autor, la metodología a desarrollar será la revisión bibliográfica.

TEMA : “Elaboración de elementos prefabricados de concreto con la adición de plástico reciclado PET”

AUTOR : Eder Franklin FLORES GUILLEN

INSTITUCIÓN : Universidad Nacional de Ingeniería

AÑO : 2018

RESUMEN : El objetivo primordial del presente informe resultante del trabajo de investigación, fue el de describir y determinar los valores cuantificables de la variación de propiedades en los elementos de concreto prefabricado, sustituyendo en forma parcial el agregado grueso por Plástico PET (Tereftalato de Polietileno) reciclado a partir de botellas descartables.

Los materiales utilizados en la presente investigación fueron: cemento Sol portland tipo I, arena como agregado fino y el confitillo como agregado grueso, ambos fueron utilizados como componentes de las muestras patrón. El Plástico PET reciclado se obtuvo del proceso mecánico de trituración de botellas descartadas y recicladas. En el procedimiento para realizar el diseño concreto se utilizó como referencia de diseño las tablas dadas por el comité ACI y las referencias del método de diseño del agregado global. Para tal efecto se determinaron y analizaron las propiedades físicas de cada agregado utilizado en el diseño patrón de cada uno de los elementos prefabricados, asimismo se utilizaron diferentes dosificaciones en el diseño del concreto patrón, con las relaciones agua/cemento 0.70, 0.75, y 0.80 y diseños derivados del concreto patrón con reemplazo parcial de 15%, 30% y 45% de plástico PET reciclado como sustituto en peso del agregado grueso para la elaboración de bloques de concreto. Para la elaboración de ladrillos de concreto se utilizó las relaciones agua/cemento 0.55, 0.60, y 0.65, y diseños de concreto derivados del concreto patrón con reemplazo parcial de 10%, 20% y 30% de PET reciclado como sustituto en peso del agregado grueso o confitillo, para la elaboración de adoquines de concreto se utilizó las relaciones agua/cemento 0.35, 0.40, y 0.45, y los diseños derivados del diseño patrón con la adición de 10%, 20% y 30% de plástico PET reciclado como sustituto parcial del agregado grueso.

Se determinaron las propiedades físicas de los elementos prefabricados de concreto, ensayando los especímenes en estado endurecido, siguiendo los parámetros de la Norma Técnica Peruana.

En los siguientes párrafos se brinda la descripción de los resultados principales obtenidos en la investigación:

Para el elemento prefabricado de concreto, el valor numérico de la resistencia a la compresión disminuye con incremento del porcentaje de Plástico PET como reemplazo parcial del agregado grueso, además de la variación de la resistencia se logró producir un espécimen más ligero comparado con el diseño patrón.

El porcentaje de absorción de los especímenes se ve incrementado de forma proporcional al incremento del porcentaje de PET incorporado en la mezcla. El costo unitario del espécimen se ve incrementado de manera proporcional al incremento en el porcentaje de PET.

La disminución del peso de los elementos prefabricados de concreto implica un ahorro indirecto en el refuerzo de los elementos estructurales, así como en el acopio y costo de flete de estos elementos. Asimismo, se da el punto de inicio para una política de cuidado del medio ambiente mediante la utilización de materiales que poseen un periodo largo de degradación.

TEMA : Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la elaboración de concreto en la ciudad de nuevo Chimbote

AUTOR : Bach. LÉCTOR LAFITTE, Michael Anthony

Bach. VILLARREAL BRRAGÁN, Edson Jesús

INSTITUCIÓN : Universidad Nacional del Santa

AÑO : 2017

RESUMEN : La presente investigación tiene como objetivo principal elaborar concreto adicionando plásticos de reciclaje PET.

La tesis consiste en desarrollar una investigación de tipo Aplicativo – Experimental para elaborar concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a partir de plásticos PET, procedente de envases descartables de bebidas, en combinación con cemento portland como conglomerante, agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena gruesa), que luego se depositará en probetas para que se pruebe la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días luego de estar sumergidos en agua durante ese tiempo, para luego ser comparadas con una muestra patrón.

Con esta investigación se busca poder elaborar un nuevo concreto ecológico a la vez más ligero que el convencional y nos ayude a generar un entorno más limpio, y crear una nueva cultura de reciclaje, reduciendo la contaminación ambiental generada por los plásticos PET que tardan más de 500 años en descomponerse.

TEMA : ladrillos de concreto con plástico PET Reciclado

AUTOR : Evelyn Rosario ECHEVERRÍA GARRO

INSTITUCIÓN : Universidad Nacional de Cajamarca

AÑO : 2017

RESUMEN : Esta investigación tuvo como objetivo principal determinar las propiedades físico mecánicas, de ladrillo de concreto con plástico PET

reciclado, definidas en la norma técnica E.070. Para lo cual se determinaron las proporciones óptimas de los agregados en la mezcla de concreto para elaborar una unidad de albañilería clase IV.

Posteriormente se procedió a agregar a la mezcla de ladrillo de concreto vibrado hojuelas de plástico PET reciclado en porcentajes crecientes de 0%, 3%, 6% y 9%, obteniéndose cuatro tipos de ladrillo, a éstos se les realizó diferentes ensayos a los 28 días de edad para determinar sus propiedades físico mecánicas; siendo la propiedad principal en la clasificación de las unidades de albañilería la resistencia a compresión, los valores característicos determinados son $f'c = 161.96 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 127.08 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 118.80 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 110.46 \text{ kg/cm}^2$ con coeficientes de variación de 2.95%, 6.86%, 4.54% y 6.41% para porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9% de PET respectivamente.

Se determinó la resistencia a compresión axial característica en pilas, cuyos valores son $f'm = 128.55 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 100.83 \text{ kg/cm}^2$, $f'm = 79.79 \text{ kg/cm}^2$ y $f'm = 76,75 \text{ kg/cm}^2$ con coeficientes de variación de 9.24%, 11.49%, 11.68% y 8.63% para porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9% de PET respectivamente.

La resistencia a corte característica en muretes es $V'm = 16.47 \text{ kg/cm}^2$, $V'm = 12.83 \text{ kg/cm}^2$, $V'm = 13.17 \text{ kg/cm}^2$ y $V'm = 9.96 \text{ kg/cm}^2$ con coeficientes de variación de 15.42%, 9.27%, 10.33% y 10.36% para porcentajes de 0%, 3%, 6% y 9% de PET respectivamente

Se concluyó que las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto vibrado al adicionar hojuelas de plástico PET reciclado no mejoran,

habiendo una disminución máxima de la resistencia a compresión del ladrillo de 51.5 kg/cm^2 o 31.8%, respecto de la mezcla patrón; sin embargo, las propiedades físico mecánicas de los tres tipos de ladrillo de concreto con plástico PET reciclado cumplen con los requerimientos definidos por la norma E.070:2006.

TEMA : ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante

AUTOR : ARQ. PEDRO JAVIER ANGUMBA AGUILAR

INSTITUCIÓN : Universidad de Cuenca

AÑO : 2016

RESUMEN : En el presente trabajo se investigó el uso de plástico reciclado para la fabricación de ladrillos para construcción de mampostería no portante. En primer lugar, se realiza la caracterización de los residuos sólidos que se generan en la ciudad de Cuenca, donde el 22,7% del total recolectado es material plástico, que se desechan libremente sin un tratamiento previo. De la misma manera se investigan las características del plástico, Polietileno Tereftalato (PET) para descartar efectos nocivos al momento de incluirlos en la mezcla con los materiales tradicionales como son el cemento y agua, agregado fino.

Se elaboraron ladrillos con dimensiones de 20x10x6cm con adición de PET al 10, 25, 40, 55, 65 y 70% en sustitución del árido fino. Luego se efectuó diversos ensayos con la finalidad de compararlos con los ladrillos

de arcilla cocida de uso común en la región y analizar el material para mampostería no portante según los lineamientos establecidos por las Normas Ecuatorianas.

Una vez realizados los ensayos y analizada la información se obtuvo como resultado un ladrillo óptimo con 25% de adición de PET. El cual fue sometido a un análisis térmico mediante una simulación en el programa Desingnbuilder, obteniendo como resultado niveles de confort término de mejor calidad en viviendas.

2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS

2.2.1. PET (PLÁSTICO)

2.2.1.1. HISTORIA

Se origina como resultado de un concurso realizado en 1860, cuando el fabricante estadounidense de bolas de billar Phelan and Collander ofreció una recompensa de 10.000 dólares a quien consiguiera un sustituto aceptable del marfil natural, destinado a la fabricación de bolas de billar.

Una de las personas que compitieron fue el inventor norteamericano Wesley Hyatt, quien desarrolló un método de procesamiento a presión de la piroxilina, un nitrato de celulosa de baja nitración tratado previamente con alcanfor y una cantidad mínima de disolvente de alcohol.

El celuloide se fabricaba disolviendo celulosa, un hidrato de carbono obtenido de las plantas, en una solución de alcanfor y etanol. Con él se empezaron a fabricar distintos objetos como mangos de cuchillo, armazones de lentes y película cinematográfica. Sin éste, no hubiera podido iniciarse la industria cinematográfica a fines del siglo XIX.

Puede ser ablandado repetidamente y moldeado de nuevo mediante calor, por lo que recibe el calificativo de termoplástico.

En 1909 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland (1863-1944) sintetizó un polímero de interés comercial, a partir de moléculas de fenol y formaldehído. Este producto podía moldearse a medida que se formaba y resultaba duro al solidificar. No conducía la electricidad, era resistente al agua y los disolventes, pero fácilmente mecanizable. Se lo bautizó con el nombre de baquelita (o bakelita), el primer plástico totalmente sintético de la historia.

Entre los productos desarrollados durante este periodo están los polímeros naturales alterados, como el rayón, fabricado a partir de productos de celulosa.

En 1833 Berzelius introdujo la palabra polímero, que él usaba para indicar la presencia de los mismos átomos

en las mismas proporciones en compuestos que tenían distintos pesos moleculares.

2.2.1.2. CONCEPTO

El Plástico PET es un polímero resultante de proceso de poli condensación entre el etilenglicol y el ácido tereftálico. Es un material termoplástico, y como tal puede ser procesado mediante la extrusión, inyección y soplado y termo conformado. La ilustración de la fórmula del Tereftalato de Polietileno (PET) se ve resumida en el gráfico N° 1¹.

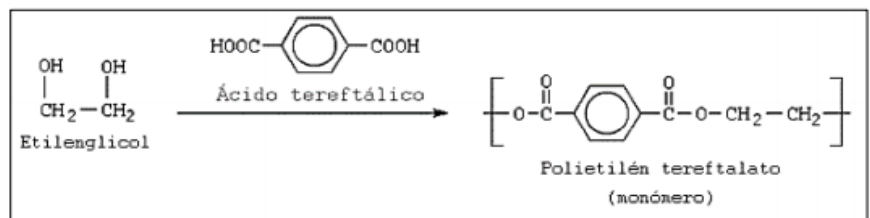


Gráfico 1. Fórmula química del Tereftalato de Polietileno

El Plástico PET es considerado como un material de primera calidad, es por ese motivo que la Sociedad de la Industria del Plástico catalogó el material con el símbolo de un triángulo compuesto por flechas girando alrededor del número uno, prevaleciendo que este material puede ser reciclado y reutilizado en nuevos productos o siendo parte de su composición final, el símbolo puede ser

¹ Tesis elaboración de elementos prefabricados de concreto con la adición de plástico – UNI, Pág. 39

observado en la Ilustración N° 1 como se muestra a continuación.²



Ilustración 4. Símbolo del tereftalato de polietileno

2.2.1.3. EVOLUCIÓN

Los resultados alcanzados por los primeros plásticos incentivaron a los químicos y a la industria a buscar otras moléculas sencillas que pudieran enlazarse para crear polímeros. En la década del 30, químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión, formando un termoplástico al que llamaron polietileno (PE). Hacia los años 50 aparece el polipropileno (PP).

Al reemplazar en el etileno un átomo de hidrógeno por uno de cloruro se produjo el cloruro de polivinilo (PVC), un plástico duro y resistente al fuego, especialmente adecuado para cañerías de todo tipo. Al agregarles diversos aditivos se logra un material más blando, sustitutivo del caucho, comúnmente usado para ropa impermeable, manteles, cortinas y juguetes. Un plástico

² Tesis elaboración de elementos prefabricados de concreto con la adición de plástico – UNI, Pág. 39

parecido al PVC es el politetrafluoretileno (PTFE), conocido popularmente como teflón y usado para rodillos y sartenes antiadherentes.

Otro de los plásticos desarrollados en los años 30 en Alemania fue el poliestireno (PS), un material muy transparente comúnmente utilizado para vasos, potes y hueveras. El poliestireno expandido (EPS), una espuma blanca y rígida, es usado básicamente para embalaje y aislante térmico.

También en los años 30 se crea la primera fibra artificial, el nylon. Su descubridor fue el químico Wallace Carothers, que trabajaba para la empresa Dupont. Descubrió que dos sustancias químicas como el hexametildiamina y ácido adípico, formaban polímeros que bombeados a través de agujeros y estirados formaban hilos que podían tejerse. Su primer uso fue la fabricación de paracaídas para las fuerzas armadas estadounidenses durante la Segunda Guerra Mundial, extendiéndose rápidamente a la industria textil en la fabricación de medias y otros tejidos combinados con algodón o lana. Al nylon le siguieron otras fibras sintéticas como por ejemplo el orlón y el acrilán.

En la presente década, principalmente en lo que tiene que ver con el envasado en botellas y frascos, se ha

desarrollado vertiginosamente el uso del tereftalato de polietileno (PET), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases.

El nylon se convirtió en una de las fuentes principales de fibras textiles, los poliésteres se utilizaron en la fabricación de blindajes y otros materiales bélicos, y se produjeron en grandes cantidades varios tipos de caucho sintético.

2.2.1.4. PROPIEDADES

Presenta como características más relevantes:³

- Alta transparencia, aunque admite cargas de colorantes.
- Alta resistencia al desgaste y corrosión.
- Buen coeficiente de deslizamiento.
- Buena resistencia química y térmica.
- Buena barrera al CO₂, aceptable barrera a O₂ y humedad.
- Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos.
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.

³ Guía ambiental Sector Plásticos MAVDT, 2004 , Pág. 16

- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.

2.2.1.5. RECICLAJE DE PLÁSTICO

2.2.1.5.1. INTRODUCCION

Los residuos sólidos plásticos, forman parte de los residuos sólidos urbanos (RSU), que se generan en casas, comercios, instituciones y áreas públicas. La acumulación de RSP es un problema ambiental que, sin reciclar, reutilizar o reducir se desaprovecha su valor potencial. La creciente escasez de materias primas para la síntesis de plásticos, su recuperación y la protección del ambiente, son razones suficientes para su reciclaje.

En las ciudades de países pobres o de economía de transición, es frecuente ver RSP acumulados en basureros o tiraderos a cielo abierto. Los tiraderos de RSP impactan negativamente al ambiente mezclados con residuos orgánicos e inorgánicos. La descomposición orgánica causa malos olores, propicia la proliferación de insectos y roedores que son vectores de microorganismos patógenos de humanos y animales.⁴

⁴ Página web, <https://www.monografias.com/trabajos16/reciclaje-residuos/reciclaje-residuos.shtml>.



Ilustración 5. Reciclaje de plástico

2.2.1.5.2. TIPOS DE RECICLAJE

Si bien el proceso exacto de reciclaje depende de cada residuo y en el modo en qué se encuentre, podemos diferenciar a grandes rasgos 3 formas diferentes de reciclaje:⁵

- Reciclado en la fuente

Uno de los problemas es que el énfasis debe ponerse en cómo generar cada vez menos residuos, de cualquier índole, especialmente residuos plásticos. La reducción en la fuente se refiere directamente al diseño y a la etapa productiva de los productos, principalmente envases, antes de ser consumidos. Es una

⁵ Tesis estudio comparativo de la resistencia a la compresión en mezclas de concreto– USCG, Pág. 21

manera de concebir los productos con un nuevo criterio ambiental; generar menos residuos

- **Reciclado mecánico**

El reciclado mecánico es un proceso físico mediante el cual el plástico post-consumo o el industrial (scrap) es recuperado, permitiendo su posterior utilización.

- **Reciclado químico**

Se trata de diferentes procesos mediante los cuales las moléculas de los polímeros son rotas, dando origen nuevamente a materia prima básica que puede ser utilizada para fabricar nuevos plásticos.

2.2.1.5.3. PROCESO DE RECICLAJE.

Para poder reciclar estos desperdicios Plásticos se utilizan cuatro procesos conocidos y estandarizados los cuales son:⁶

a) Reciclaje primario:

Este proceso consiste en la conversión final de los desperdicios Plásticos en productos y artículos con idénticas propiedades físicas y químicas que el material reciclado original.

⁶ Tesis elaboración de elementos prefabricados de concreto con la adición de plástico – UNI, Pág. 36-38

Usualmente este proceso es aplicado en materiales termoplásticos como el PET (Polietileno Tereftalato), PS (Poliestireno) y otros materiales de esta categoría. Este tipo de reciclado también optimiza los recortes o retazos de materiales en la cadena de producción. El proceso de reciclaje primario comienza con la separación del producto mediante un reconocimiento óptico de la forma, textura y color, además del tamaño, la densidad y el peso, luego se continúa con el granulado del residuo mediante la molienda hasta obtener pequeños gránulos parecidos a las escamas de un pez. Después de este proceso se procede con la limpieza de los gránulos para luego ser fundidos y cortados en pequeñas partículas llamadas pellets.

b) Reciclaje secundario

En este tipo de reciclaje secundario el tratamiento que se da a los residuos Plásticos es el de mezclarlos todos, eliminando el proceso de disgregación y limpieza e iniciar directamente con el proceso de granulado, para luego fundirlos y obtener como resultado productos y artículos con diferentes formas y

una mayor variedad de aplicaciones, con propiedades que son inferiores al producto original, un ejemplo de este tipo de reciclaje secundario son los Plásticos termoestables, que se caracterizan por tener un color opaco y poca acción con el aumento de temperatura, en contraparte del grupo de los termoplásticos, que presentan maleabilidad o comportamiento Plástico con temperaturas elevadas. Este proceso de reciclaje es muy popular en la industria automotriz y se estima que el 20% de estos Plásticos pueden ser reciclados de esta forma.

c) Reciclaje terciario

Este proceso de reciclado terciario o químico degrada el polímero a compuestos químicos más cortos y con naturaleza combustible. Es distinto a los dos primeros procesos puesto que, además de los cambios físicos en los dos primeros, requiere de cambios químicos en la estructura del residuo.

Se presentan dos métodos principales en la aplicación de este reciclaje terciario: La pirolisis y la gasificación. En la pirolisis se

recupera el material inicial o primario de los Plásticos, de manera de que se puedan volver a reagrupar a los polímeros y monómeros componentes con menos contaminación y propiedades similares; y en la gasificación se busca obtener gases mediante el calentamiento de los residuos que puedan ser usados en la generación de electricidad, obtención del metanol y del amoníaco como ejemplo común,

d) Reciclaje cuaternario

En este proceso, los residuos plásticos cumplen la función de combustible para generar energía térmica. La ventaja de este proceso es la recuperación de metales y el menor volumen de desechos para los rellenos sanitarios, además del reciclado de energía, sin embargo, una consecuencia es la producción de gases altamente contaminantes para el medio ambiente como es el caso del CO₂.

2.2.1.6. REUTILIZACIÓN DEL PET.

La reutilización y ciclos de reciclado son cada vez más y desde hace algunos años, motivo de discusión. El objetivo

de reutilización es, por un lado, impedir que los residuos producidos se desperdicien y, por otro lado, intentar emplearlos de nuevo como materia prima en la producción, después de una etapa de preparación.

Estas reflexiones se recogen en un modelo idealizado de imitación de la naturaleza, en el que todas las sustancias vuelven a incorporarse a los ciclos biológicos.

Gracias al reciclado pueden reducirse las cantidades de residuos, así como las de materia prima y energía necesarias para la obtención de material nuevo. En este sentido, el reciclado es una manera de reducir las cargas sobre el medio ambiente.

El provecho que obtengan las personas y el entorno en que se mueven es, a pesar de todo, fuertemente dependiente de lo perfecta que sea la ejecución de estos ciclos, de los costosos que resulten y de la posible reutilización de los productos recuperados.

La reciclabilidad de los plásticos depende del tipo de plástico. Los termoplásticos pueden recuperarse mediante fusión. Los residuos deben ser, en la medida de lo posible, de una sola clase de plástico, para que los nuevos productos tengan buenas propiedades.

2.2.2. CONCRETO

2.2.2.1. CONCEPTO

Según la E.060 del RNE (2006), el concreto comprende la combinación de agua, agregados, cementos, con o sin aditivos. Estos concretos pueden ser: concreto estructural que a su vez se divide en concreto simple y armado, concreto ciclópeo, de peso normal, liviano, pesado. Concreto premezclado, concreto pre esforzado. Los materiales componentes de este deben a su vez ser ensayados y cumplir con criterios de aceptación, almacenaje y calidad.⁷

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia.

**CONCRETO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS +
AIRE + AGUA**

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto.⁸

⁷ Tesis Revisión bibliográfica sobre el uso del plástico como un nuevo material en fabricación de bloques de concreto para la industria de la construcción – UCSP, Pág. 27

⁸ CONCRETO: Generalidades, propiedades y procesos – Salvador Gallardo, Pág. 4



Ilustración 6. Concreto

2.2.2.2. NORMA

- NTP 339.009 Tubos de C.S. ASTM C 14
- NTP 339.038 Tubos de C.A. ASTM C 76
- NTP 339.114 Concreto Premezclado ASTM C 94
- NTP 341.031 Barras de const. ASTM A 615
- NTP 339.191 Aditivos construcc. ASTM C 141
- NTP 339.088 Agua de mezclado ASTM C 1602
- NTP 400.037 Agregados concreto ASTM C 33

2.2.2.3. TIPO

Por los múltiples usos que se le dan al concreto en la construcción, como los cimientos, columnas, vigas, losas, muros de contención prefabricados industriales o pesados, bases nucleares, etc.⁹

⁹ CONCRETO: Generalidades, propiedades y procesos – Salvador Gallardo, Pág. 6-9

- **Concreto simple**

Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla el agregado grueso deberá estar totalmente envuelto por la pasta de cemento y el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta. Se usa para vaciar el falso piso y contrapiso.

$$\text{CONCRETO SIMPLE} = \text{CEMENTO} + \text{A. FINO} + \text{A. GRUESO} + \text{AGUA}$$

- **Concreto armado**

Se denomina así al concreto simple, cuando este lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión.

$$\text{CONCRETO ARMADO} = \text{CONCRETO SIMPLE} + \text{ARMADURAS}$$

- **Concreto ciclópeo**

Se denomina así al concreto simple que esta complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10" cubriendo hasta el 30% como

máximo, del volumen total. Las piedras deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple. Se usa en cimientos y sobre cimientos

**CONCRETO CICLOPEO = CONCRETO SIMPLE +
PIEDRA DESPLAZADORA**

- **Concretos livianos**

Son preparados con agregados livianos y su peso unitario varía desde 400 a 1700 kg/m³

- **Concretos normales**

Son preparados con agregados corrientes y su peso unitarios varia de 2300 – 2500 kg/m³. Según el tamaño máximo del agregado. El peso promedio es de 2400 g/m³.

- **Concretos pesados**

Son preparados utilizando agregados pesados, alcanzando el peso unitario valores entre 2800 – 6000 kg/m³. Generalmente se usan agregados como las baritas, minerales de fierro como la magnetita, limotita y hematita. También agregados

artificiales como el fosforo de hierro y partículas de acero.

2.2.2.4. COMPONENTES DEL CONCRETO

Según la Norma E.060 del RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) son los componentes del concreto convencional: Cemento, agregado grueso, agregado fino y agua. En la actualidad ya se considera un elemento indispensable el uso de aditivos.¹⁰

2.2.2.4.1. AGUA

Debe ser de preferencia potable, sin embargo, de no serlo, se pueden utilizar bajo ciertas excepciones mencionadas en la Norma E.060. RNE (2006).

2.2.2.4.2. CEMENTO

Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cuales hidráulicas, las cuales aéreas y los yesos. RNE (2006).

¹⁰ Tesis Revisión bibliográfica sobre el uso del plástico como un nuevo material en fabricación de bloques de concreto para la industria de la construcción – UCSP, Pág. 28

2.2.2.4.3. AGREGADO FINO

Material granular que puede ser natural o artificial que pasa el tamiz 3/8". RNE (2006).

2.2.2.4.4. AGREGADO GRUESO

Agregado retenido en el tamiz N°4, proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. RNE (2006).

2.2.2.4.5. ADITIVO.

Debe ser de preferencia potable, sin embargo, de no serlo, se pueden utilizar bajo ciertas excepciones mencionadas en la Norma E.060. RNE (2006).

2.2.2.5. PROPIEDADES.

2.2.2.5.1. ESTADO FRESCO.

a) Trabajabilidad

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de colocación y compactación, no

necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian.

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa.

b) Segregación

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz.

c) Exudación

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un

líquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la molienda de este y mayor es el porcentaje de material menor que la malla N° 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla. La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener.

d) Contracción

Es una de las propiedades más importantes en función de los problemas de figuración que acarrea con frecuencia. Ya hemos visto que la pasta de cemento necesariamente se contrae debido a la reducción del volumen original de agua por combinación química, y a esto se le llama contracción intrínseca que es un proceso irreversible. Pero además existe otro tipo de contracción inherente también a la pasta de cemento y es la llamada contracción por secado, que es la responsable de parte de los problemas de figuración, dado que ocurre tanto en el estado

plástico como en el endurecido si se permite la pérdida de agua en la mezcla.

2.2.2.5.2. ESTADO ENDURECIDO.

a) Elasticidad

En general, es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama cara vs deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un "Módulo de elasticidad estático" del concreto mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión última.

b) Resistencia

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar

en términos de la relación Agua/Cemento en peso.

c) Extensibilidad

Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran figuraciones. Depende de la elasticidad y del denominado flujo plástico, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo. El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes.

2.2.3. MAMPOSTERÍA

2.2.3.1. CONCEPTO

Se llama mampostería al sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros y paramentos mediante la colocación manual de los elementos o los materiales que los componen (denominados mampuestos), que pueden caracterizarse por estar sin labrar (o con una labra muy tosca). Este sistema permite una reducción en los desperdicios de los materiales empleados y genera fachadas portantes; es apta para

construcciones en alturas grandes. La mayor parte de la construcción es estructural. A la disposición y trabazón dadas a los materiales empleados en los muros se llama aparejo. En la actualidad, para unir las piezas se utiliza generalmente una argamasa o mortero de cemento, cal y arena con la adición de una cantidad conveniente de agua o un mortero de cemento de albañilería (que se fabrica a base del residuo del cemento), y arena con la adición de una cantidad conveniente de agua .¹¹



Ilustración 7. Muro en mampostería de piedra

2.2.3.2. TIPOS

Se pueden distinguir los siguientes tipos de mampostería:¹²

- Mampostería en seco

Muro de mampostería en seco con ripios, en este tipo de mampostería, que puede ser construida con piedras o con ladrillos, no se emplea ningún mortero.

¹¹ Página web, <https://es.wikipedia.org/wiki/Mamposter%C3%ADa>.

¹² Página web, <https://es.wikipedia.org/wiki/Mamposter%C3%ADa>.

Hay que escoger los mampuestos uno a uno para que el conjunto tenga estabilidad.

Se emplean piedras pequeñas, llamados ripios, para acuñar los mampuestos y rellenar los huecos entre estos.

Ejemplos de este tipo de mampostería se pueden encontrar en las construcciones de andenes en los Andes, principalmente en Perú y en el norte de Bolivia; en España los muros así resultantes se denominan muros secos o muros de cuerda seca. Este tipo de trabajo de los muros es típico de las construcciones rurales tradicionales, por ejemplo, en la Alpujarra granadina, en la región de Andalucía.

- Mampostería ordinaria

Se ejecuta con un mortero de cal o cemento. Las piedras deben adaptarse unas a otras lo más posible para dejar el menor porcentaje de huecos relleno de mortero. Únicamente se admitirá que aparezca el ripio al exterior si la fábrica se va a revocar posteriormente.

- Mampostería careada

Es la fábrica de mampostería cuyos mampuestos se han labrado únicamente en la cara destinada a formar el paramento exterior. Los mampuestos no tienen

formas ni dimensiones determinadas. En el interior de los muros pueden emplearse ripios pero no en el paramento visto.

- Mampostería concertada

Consiste en la Fábrica de mampostería, cuyos mampuestos tienen sus caras de junta y de parámetro labradas en formas poligonales, más o menos regulares, para que el asiento de los mampuestos se realice sobre caras sensiblemente planas. No se admite el empleo de ripios y los mampuestos del paramento exterior deben prepararse de modo que las caras visibles tengan forma poligonal y rellenan el hueco que dejan los mampuestos contiguos. Debe evitarse la concurrencia de cuatro aristas de mampuestos en un mismo vértice. Cuando la fábrica sea de un espesor mayor que el de los mampuestos, se procederá a asentar primero los mampuestos de los paramentos vistos, y se colocarán después los principales mampuestos del relleno, acuñados con ripios si fuera necesario.

De trecho en trecho se unirán los dos paramentos con llaves o perpiños tan largos como sea preciso para dar trabazón al conjunto.

Si el espesor fuera tan grande que no se pudiese abarcar con una sola llave, se colocan entonces dos o más, alternadas, que alcancen más de la mitad de espesor y, si fuera preciso, se engatillarán por sus colas con abrazaderas metálicas. Si en una mampostería concertada se forman hiladas horizontales, las líneas de juntas verticales deben alternarse y nunca mediará entre la junta de dos hiladas contiguas menos de 20 centímetros.

2.2.3.3. NORMAS.

- **Norma Técnica Peruana**

Las normas NTP 331.017, 399.604 y 399.613, establecen los requisitos que deben cumplir los ladrillos de arcilla destinados para uso de albañilería estructural y no estructural y los procedimientos para el muestro y ensayos de las propiedades físicas y mecánicas, respectivamente; además de ensayos clasificatorios como variabilidad dimensional, alabeo y compresión simple

- **Norma Técnica Peruana E-070**

Establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis y diseño de edificaciones de albañilería estructural principalmente por muros confinados y por muros armados. Además, también

establece criterios mínimos para el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería confinada y muros armados.

- **Norma Técnica Peruana E-030**

Establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas según sus requerimientos tengan un comportamiento sísmico acorde con la filosofía del diseño sismo resistente, a fin de evitar pérdidas de vidas, la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad.

Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, a la evaluación y reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaren dañadas por la acción de los sismos.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Plástico:** Término para designar materiales compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias, son fáciles de moldear de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura.
- **PET:** Abreviación de Polietilentereftalato o Tereftalato de Polietileno, que es un polímero que pertenece al grupo de los poliésteres, en función de su estructura cristalina consiguen ser utilizados como fibras en la industria textil y como plásticos en la fabricación de envases para diferentes usos, como botellas para el agua o gaseosas.

- **Reciclaje:** Consiste en obtener una nueva materia prima o producto, mediante un proceso fisicoquímico o mecánico, a partir de productos y materiales ya en desuso o utilizados. De esta forma, conseguimos alargar el ciclo de vida de un producto, ahorrando materiales y beneficiando al medio ambiente al generar menos residuos.
- **Albañilería:** Material estructural compuesto por unidades de albañilería asentadas con mortero o por unidades de albañilería apiladas, en cuyo caso son integradas con grout.
- **Unidades de albañilería:** Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular.
- **Ladrillo:** Unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano.
- **Ladrillo PET:** Ladrillo de concreto vibrado con porcentajes variables de hojuelas de PET (principalmente reciclado).
- **Mortero:** Mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación de cemento, agregado fino y agua; empleada para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería.
- **Concreto:** Mezcla de cemento, agregados, agua y aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente denota una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes.
- **Propiedades mecánicas:** Las propiedades mecánicas fundamentales son la resistencia, la rigidez, la elasticidad, la plasticidad y la capacidad energética.

- **Prismas de albañilería:** Son pequeños especímenes (pilas y muretes) cuyos ensayos de compresión axial y diagonal, permiten determinar la resistencia a compresión ($f'm$) y a corte puro ($v'm$), respectivamente, de la albañilería.

2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1. HIPOTESIS GENERAL

Las propiedades físicas mecánicas del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, adicionado plástico "PET" reciclado. Es indirectamente proporcional al porcentaje del reemplazo de agregados por hojuelas de plástico PET reciclado en el distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco.

2.4.2. HIPOTESIS ESPECÍFICOS

- La calidad de los agregados para la elaboración de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ de la cantera "Cochamarca" de la provincia y región de Pasco. Es óptima.
- Las características y propiedades físicas y mecánicas del PET en el diseño del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, influyen de forma directa en la resistencia la compresión.
- La Resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, con plástico PET reciclado supera la resistencia esperada.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

X= ADICIÓN PLASTICO PET

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

X= Propiedades Físicas – Mecánicas.

2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

Tabla 1. Operatividad de las Variables

VARIABLE		INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Independientes	Adición plástico PET	% de adición	Ensayos de Laboratorio
Dependientes	Propiedades Físicas – Mecánicas.	Densidad. Durabilidad. Resistencia. Kg/cm ²	Ensayos de Laboratorio

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Dada la naturaleza y forma como se ha planteado la presente tesis de investigación, esta es aplicativo, siendo que se enfoca en un caso práctico. El estudio tendrá un enfoque deductivo, del tipo explicativo.

Los estudios explicativos buscan explicar los comportamientos de las variables usando la causa y el efecto a las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis¹³.

¹³ Hernández, Fernadez, & Baptista, 2014.

3.2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Se empleó el método “Hipotético Deductivo” con el propósito de manejar en forma adecuada la información en el desarrollo de la investigación.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue experimental, ya que las variables que se utilizaron fueron controladas para comprobar los efectos que producen. Con un solo factor de control modificable, el reemplazo porcentual de agregado por hojuelas de plástico PET reciclado.

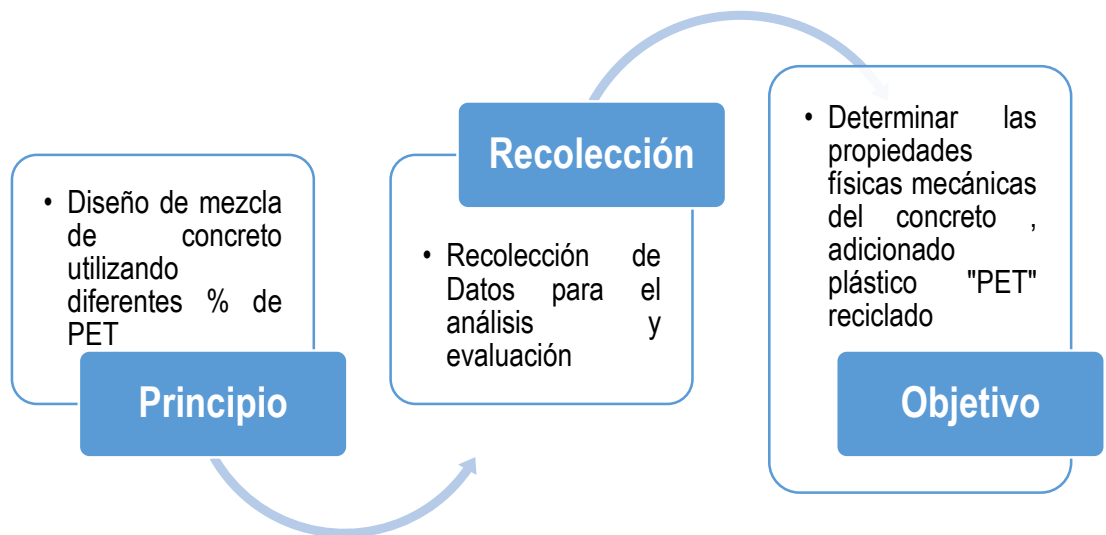


Grafico 1. Diseño de la Investigación
Fuente: Propio.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

Se considera como población a las probetas de concreto que se puedan elaborar, teniendo en cuenta el curado acelerado por el método de agua caliente en la resistencia del concreto.

3.4.2. MUESTRA

Se considera muestra a los 32 especímenes de concreto elaboradas en el laboratorio, las cuales son distribuidas: Grupo 1 – Concreto Patrón, Grupo 2 – 5% de adición de material reciclaje de PET, Grupo 3 – 10% de adición de material reciclaje de PET y Grupo 4 – 15% de adición de material reciclaje de PET.

Tabla 2. Numero de Muestra

TIPO	PROPORCIÓN DE PET EN VOLUMEN	EDAD EN DÍAS		
		7	14	28
Patrón	0%	1	1	3
Tipo1	5%	3	3	3
Tipo2	10%	3	3	3
Tipo3	15%	3	3	3
SUBTOTAL		10	10	12
TOTAL		32		

Fuente: Propio.

Nota:

- Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'_c .¹⁴
 - a. Grupos de Ensayo: T1: Grupo Experimental con el curado acelerado a 2 horas de secado y T2: Grupo Experimental con el curado acelerado a 7 horas de secado.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el desarrollo de la presente se requiere los siguientes materiales:

- Laptop Portátil.
- USB.

¹⁴ Reglamento Nacional de Edificaciones – E.060 Concreto Armado, Pag. 44.

- Impresora.
- Excel, Word. (Programa de redacción).
- Mezcladora, Balanzas, máquina de Compresión, Tamices, etc.

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1. TÉCNICAS

La técnica utilizada será el muestreo aleatorio.

3.6.2. INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.

- Análisis de laboratorio.
- Se realizarán tablas y gráficos para la confrontación de datos obtenidos en las diversas muestras.
- Trabajo de gabinete (cálculos matemáticos y verificaciones).

3.7. TRATAMIENTO ESTADISTICO

El tratamiento estadístico a emplearse en mediante la estadística, por lo cual será necesarios la aplicación del Programa de Aplicación Excel.

3.8. SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

La selección, validación y confiabilidad, es efectuada mediante el análisis de los especímenes “Probetas” de concreto de la muestra, según el Reglamentó Nacional de Edificaciones E.060 Concreto Armado, la cual expresa:

“Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto

y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'_c .”

y del mismo modo según ACI 318.08 “...un ensayo para control de calidad de la resistencia a la compresión del concreto, corresponde al promedio de la resistencia de tres probetas como mínimo”.

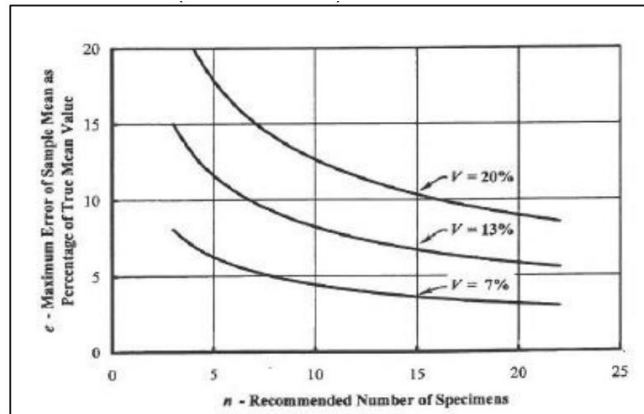


Grafico 2. Número de probetas en función del error máximo e, (ASTM C 823)
Fuente: Martínez (2012)

Se puede deducir que considerando un error de 5% y un coeficiente de variación de 7%, valores que según la autora son aceptables en control de calidad de concreto.

3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA

En la presente tesis para obtención de grado profesional, se realizó en los ambientes del laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, cuyo resultado es basado en el control del porcentaje de adición de material reciclaje de PET en el concreto de diseño.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados de los ensayos realizados a los agregados utilizados, para calcular el Diseño de Mezcla de acuerdo al Método de Diseño del Comité 211 del ACI.

Donde se evalúa los resultados, mediante la elaboración de testigos de concreto de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, teniendo 4 grupos de ensayo: Grupo 1 – Concreto Patrón, Grupo 2 – 5% de adición de material reciclaje de PET, Grupo 3 – 10% de adición de material reciclaje de PET y Grupo 4 – 15% de adición de material reciclaje de PET. De manera que se ensaya en las edades de 07, 14 y 28 días respectivamente.

4.1. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DE CAMPO

4.1.1. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL “PET”

Las características físicas del PET, al ser producto químico elaborados mediante la derivación del petróleo se tiene definido las propiedades físicas de la misma.

Tabla 3. Propiedades físicas del PET

PROPIEDADES FÍSICAS DEL PET		
Densidad bruta	520	kg/m^3
Densidad neta	1400	kg/m^3
Módulo de Young	2800 - 3100	Mpa
Resistencia a la Tracción	900	kg/cm^2
Resistencia a la tensión	0.60 – 0.74	kg/cm^2
Resistencia a la compresión	260 – 480	kg/cm^2
Resistencia al calor	80 – 120	$^{\circ}C$
Resistencia a flexión	1450	kg/cm^2

Fuente: Hernández et al. 2010.

4.1.2. DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO

4.1.3.1. AGREGADO FINO.

4.1.3.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS

Son las diferentes características propio a cada tipo de agregado, lo que nos da una serie de requisitos para el agregado (agregado fino) con el objeto del diseño de mezcla para la fabricación del concreto.

PESO UNITARIO

Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 400.017, ASTM C-29/ C-29M.

Selección de equipos y materiales.

- Balanza que permita lecturas de por lo menos 0.1 % del peso de la muestra.
- Barra compactadora de acero liso circular recta de 5/8" de diámetro y 60 cm de largo.
- Recipiente cilíndrico y de metal suficiente rígido para condiciones duras de trabajo.

Preparación de la muestra.

- Para la determinación del peso unitario la muestra deberá de estar completamente mezclada y seca a temperatura ambiente.

Procedimiento de ensayo.

Para el peso unitario suelto, se llenó el recipiente con una pala hasta rebosar, dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5cm, por encima del borde superior del recipiente, se eliminó el excedente del agregado con una espátula para equilibrar los vacíos, se determinó la masa del recipiente más su contenido y la masa del recipiente vacío con una exactitud de 5g.

Expresión de los resultados.

El recipiente se calibró determinado con exactitud el peso del agua requerida para llenarlo a 16.7°C, el

factor (F), se obtuvo dividiendo el peso unitario del agua a 16.7°C (1000 kg/m³) por el peso del agua a 16.7°C necesario para llenar la medida.

PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 400.021 y ASTM C 127 para el agregado grueso y la NTP 400.022 y ASTM C 128 para el agregado fino.

Selección de equipos y materiales.

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr o menos y capacidad no menor de 1kg
- Picnómetro o frasco volumétrico, cuya capacidad sea 500 cm³, calibrado hasta 0.10 cm³ a 20°C.
- Molde cónico metálico de diámetro interior en la parte superior de 4 cm, de diámetro interior en la parte inferior 9 cm y altura 7.5 cm.
- Varilla de metal con un extremo redondeado, de (25±3) mm de diámetro y (340±15) gr de peso.
- Estufa de tamaño suficiente, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C±5°C.

Preparación de la muestra.

Se seleccionó por cuarteo 1000g, se colocó en un envase y se puso a secar en la estufa hasta la temperatura de 110°C, se retiró la muestra y se cubrió con agua y se dejó en reposo por 24 horas, se extendió en una superficie plana de aire tibio y se removió con frecuencia para garantizar un secado uniforme. Se continuó esta operación hasta que los granos de agregado fino no se adhieran marcadamente entre sí, luego se colocó el agregado fino en forma suelta en el molde cónico, golpeando la superficie suavemente 25 veces con la varilla de metal y levantando verticalmente el molde, hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde, indicando que el agregado fino alcanzó una condición de saturado de superficie seca.

Procedimiento de ensayo.

Se introdujo 500g del material preparado, y se llenó de agua hasta alcanzar casi la marca de 500, se eliminó las burbujas de aire, se llenó con agua hasta alcanzar la marca de 500 cm³ y se determinó el peso total del agua introducida en el frasco, se sacó el agregado fino del frasco, se secó hasta una temperatura de 110°C y se determinó su peso.

Finalmente se llenó el picnómetro hasta la marca de calibración con agua y se determinó su peso.

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM C-566)

Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 339.185

Selección de equipos y materiales.

- Balanza con sensibilidad de 0.1g y cuya capacidad no sea menor de 1kg.
- Recipiente adecuado para colocar la muestra de ensayo.
- Estufa a temperatura de 105°C – 110°C.

Procedimiento de ensayo.

Se colocó la muestra húmeda a ensayar en un depósito adecuado determinándose dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda), se llevó el recipiente con la muestra húmeda a una estufa, para secarla durante 24 horas a una temperatura de 110°C,,se pesó el recipiente con la muestra seca (peso recipiente más muestra seca) y se determinó la cantidad de agua evaporada.

GRANULOMETRÍA

El procedimiento que se utilizó fue el mecánico o granulometría por tamizado para el agregado fino y

grueso encontrando su distribución granulométrica y módulo de finura. Según las normas NTP 400.012, ASTM C-136, AASHTO T-27.

Selección de equipos y materiales.

- Balanza con sensibilidad de 1g.
- Juego de tamices conformado por: Para el agregado fino: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100.
- Juego de tamices conformado por: Para el agregado grueso 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8".
- Una estufa capaz de mantener una temperatura de 110°C.
- Taras.
- Recipientes.

Preparación de la muestra.

La cantidad de muestra a ensayar para el agregado grueso debe ser el que corresponda al tamaño máximo de las partículas, para el agregado fino será de acuerdo con lo establecido con la NTP 400.012

Procedimiento de ensayo.

Para el agregado grueso y para el agregado fino: Se colocó el agregado en la estufa a una temperatura de 110°C, hasta conseguir peso constante, se colocó la

muestra en la malla superior del juego de tamices, dispuestos en forma decreciente, según la abertura, se realizó el tamizado en forma manual con movimientos de vaivén hasta observar que no pase de un tamiz a otro. Con esta distribución granulométrica se verificó los requerimientos de la NTP 400.037(husos granulométricos).

Luego se determinó el módulo de finura, que es un parámetro que se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados que cumplan con la relación 1:2 desde el tamiz N°100 en adelante hasta el tamaño máximo presente y dividido entre 100.

4.1.3.2. AGREGADO GRUESO

Agregado Grueso, es aquel que queda retenido en el Tamiz No 4 y proviene de la desintegración natural o mecánica de rocas. (NTP 400.037).

4.1.3.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS

Son las diferentes características propio a cada tipo de agregado, lo que nos da una serie de requisitos para el agregado (agregado fino) con el objeto del diseño de mezcla para la fabricación del concreto.

PESO UNITARIO

Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 400.017, ASTM C-29/ C-29M.

Selección de equipos y materiales.

- Balanza que permita lecturas de por lo menos 0.1 % del peso de la muestra.
- Barra compactadora de acero liso circular recta de 5/8" de diámetro y 60 cm de largo.
- Recipiente cilíndrico y de metal suficiente rígido para condiciones duras de trabajo.

Preparación de la muestra.

- Para la determinación del peso unitario la muestra deberá de estar completamente mezclada y seca a temperatura ambiente.

Procedimiento de ensayo.

Para el peso unitario suelto, se llenó el recipiente con una pala hasta rebosar, dejando caer el agregado desde una altura no mayor de 5cm, por encima del borde superior del recipiente, se eliminó el excedente del agregado con una espátula para equilibrar los vacíos, se determinó la masa del recipiente más su contenido y la masa del recipiente vacío con una exactitud de 5g.

Peso unitario compactado, se llenó el recipiente hasta la tercera parte y se niveló la superficie con los dedos, se apisonó la muestra con la barra compactadora mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie, se llenó hasta las 2/3 partes del recipiente y se niveló y apisonó con 25 golpes como la manera anterior. Luego se llenó completamente el recipiente hasta rebosar, se golpeó 25 veces con la barra compactadora (varilla de hacer de 16mm de diámetro y 60cm de longitud), se enrasó el recipiente utilizando la barra compactadora como regla y con los dedos para equilibrar los vacíos. En el apisonado de la primera capa se buscó no tocar el fondo del recipiente con la fuerza de la varilla, en la segunda y tercera capa se evitó traspasar la varilla a la capa anterior, se determinó la masa del recipiente más su contenido y la masa del recipiente vacío.

Expresión de los resultados.

El recipiente se calibró determinado con exactitud el peso del agua requerida para llenarlo a 16.7°C, el factor (F), se obtuvo dividiendo el peso unitario del agua a 16.7°C (1000 kg/m³) por el peso del agua a 16.7°C necesario para llenar la medida.

PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 400.021 y ASTM C 127 para el agregado grueso y la NTP 400.022 y ASTM C 128 para el agregado fino.

Selección de equipos y materiales.

- Balanza con sensibilidad de 0.5 gr y capacidad no menor de 5 kg.
- Cesta de malla de alambre con abertura no mayor de 3mm.
- Depósito adecuado para sumergir la cesta de alambre en agua.
- Estufa capaz de mantener una temperatura de $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Termómetro con aproximación de 0.5°C .

Preparación de la muestra.

Luego de un lavado completo para eliminar el polvo y otras impurezas superficiales de las partículas, se secó la muestra hasta conseguir un peso constante hasta una temperatura de 110°C , y luego se sumergió en agua durante 24 horas, se sacó la muestra del agua y se la hizo rodar sobre un paño

absorbente.

Procedimiento de ensayo.

Se obtuvo el peso de la muestra bajo la condición de saturación con la superficie seca, después de pesar se colocó la muestra saturada con superficie seca en la canastilla de alambre, y se determinó su peso en agua, se secó la muestra hasta peso contante a una temperatura de 110°C, se dejó enfriar y se determinó su peso.

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM C-566)

Se realizó según las indicaciones de la norma NTP 339.185

Selección de equipos y materiales.

- Balanza con sensibilidad de 0.1g y cuya capacidad no sea menor de 1kg.
- Recipiente adecuado para colocar la muestra de ensayo.
- Estufa a temperatura de 105°C – 110°C.

Procedimiento de ensayo.

Se colocó la muestra húmeda a ensayar en un depósito adecuado determinándose dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda), se llevó el recipiente con la muestra húmeda a una estufa, para

secarla durante 24 horas a una temperatura de 110°C, se pesó el recipiente con la muestra seca (peso recipiente más muestra seca) y se determinó la cantidad de agua evaporada.

GRANULOMETRÍA

El procedimiento que se utilizó fue el mecánico o granulometría por tamizado para el agregado fino y grueso encontrando su distribución granulométrica y módulo de finura. Según las normas NTP 400.012, ASTM C-136, AASHTO T-27.

Selección de equipos y materiales.

- Balanza con sensibilidad de 1g.
- Juego de tamices conformado por: Para el agregado fino: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100.
- Juego de tamices conformado por: Para el agregado grueso 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8".
- Una estufa capaz de mantener una temperatura de 110°C.
- Taras.
- Recipientes.

Preparación de la muestra.

La cantidad de muestra a ensayar para el agregado grueso debe ser el que corresponda al tamaño máximo de las partículas, para el agregado fino será de acuerdo con lo establecido con la NTP 400.012

Procedimiento de ensayo.

Para el agregado grueso y para el agregado fino: Se colocó el agregado en la estufa a una temperatura de 110°C, hasta conseguir peso constante, se colocó la muestra en la malla superior del juego de tamices, dispuestos en forma decreciente, según la abertura, se realizó el tamizado en forma manual con movimientos de vaivén hasta observar que no pase de un tamiz a otro.

Con esta distribución granulométrica se verificó los requerimientos de la NTP 400.037 (husos granulométricos).

Luego se determinó el módulo de finura, que es un parámetro que se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados que cumplan con la relación 1:2 desde el tamiz N°100 en adelante hasta el tamaño máximo presente y dividido entre 100.

4.1.3. CALCULO DE DISEÑO DE MEZCLA

4.1.3.1. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO F'_{cr}

La resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la Tabla.

Tabla 4. resistencia a la compresión Promedio

$f'c$	f'_{cr}
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

4.1.3.2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO

La Tabla siguiente presenta las curvas granulométricas que corresponden a tamaños nominales comprendidos entre 2" y 3/8". Esta tabla corresponde a la clasificación de la Norma ASTM C 33.

Tabla 5. Porcentaje que pasa.

Tamaño Máximo Nomina	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8
2"	95-100	-	35-70	-	10-30		0-5	
1 1/2"	100	95-100	-	35-70		10-30	0-5	
1"	-	100	95-100	-	25-60		0-10	0-5
3/4"	-	-	100	90-100		20-55	0-10	0-5
1/2"	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5
3/8"	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

Las Normas de Diseño Estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y

características de la estructura. El ACI 318 y la Norma Técnica de Edificación E. 060.

4.1.3.3. **SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO (SLUMP)**

La consistencia es aquella propiedad del concreto no endurecido que define el grado de humedad de la mezcla. De acuerdo a su consistencia, las mezclas de concreto se clasifican en:

Tabla 6. Asentamiento (Slump)

Consistencia	Slump
Seca	0 - 2 pulg
Plástica	3 - 4 pulg
Fluida	>= 5 pulg

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

Se deberán usar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente.

Tabla 7. Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ASENTAMIENTO	
	MÁXIMO	MÍNIMO
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

4.1.3.4. **DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA**

La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debió incorporar a la mezcladora, por unidad cubica de

concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está al estado seco.

La tabla siguiente ha sido preparada en base a las recomendaciones del Comité 211 del ACI.

Tabla 8. Volumen Unitario de Agua

Agua en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

Ella permitió seleccionar el volumen unitario de agua, para agregados al estado seco, en concretos preparados con y sin aire incorporado; teniendo como factores a ser considerados la consistencia que se desea para la mezcla y el tamaño máximo nominal del agregado grueso seleccionado.

4.1.3.5. CONTENIDO DE AIRE POR M3

Tabla 9. Contenido de aire atrapado

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%
Cont. Aire	2.0%

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

4.1.3.6. RELACIÓN AGUA – CEMENTO

La relación agua-cemento de diseño, que es el valor a ser seleccionado de las Tablas, se refiere a la cantidad de agua que intervino en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua. La relación agua-cemento efectiva se refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se tiene en consideración la condición real de humedad del agregado.

Existen dos criterios (por resistencia, y por durabilidad) para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad.

Tabla 10. Relación agua – cemento

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

f'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

La tabla siguiente es una adaptación confeccionada por el Comité 211 del ACI. Esta tabla de las relaciones agua-cemento en peso máximas permisibles para diferentes valores de la resistencia promedio, ya sea que se trate de concretos sin o con aire incorporado.

4.1.3.7. PESO DE CEMENTO POR M3 (FACTOR CEMENTO)

Conocidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen del concreto y la relación agua-cemento seleccionada, se pudo determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto mediante el simple expediente de dividir el volumen unitario de agua, expresado en litros por metro cubico, entre la relación agua-cemento, obteniéndose el número de kilos de cemento de la unidad cúbica de concreto.

4.1.3.8. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO POR M3

Se determinó el contenido de agregado grueso mediante la tabla 20, elaborada por el Comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino.

Ello permitió obtener un coeficiente b/b_0 resultante de la división del peso seco del agregado grueso requerido por la unidad cúbica de concreto entre el peso unitario

seco y varillado del agregado grueso expresado en kg/cm^3 .

Tabla 11. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

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

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

Fuente: Diseño de mezclas - Enrique Rivva López

4.1.3.9. AJUSTE POR HUMEDAD DEL AGREGADO

El agua de mezclado incorporada a la mezcladora deberá ser algebraicamente reducida en un volumen igual a la humedad superficial o humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal al contenido de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción.

- calculo de los pesos húmedos

$$Ag_fino = Peso_seco * (1 + CH)$$

$$Ag_grueso = Peso_seco * (1 + CH)$$

- Calculo de los aportes por humedad

$$\%C.H. - \%Abs$$

$$Agua_Efectiva = Agua - Correccion$$

4.1.4. % DE PET EN EL DISEÑO DEL CONCRETO

Luego de ser lavado, secado y tamizado el PET triturado, se obtuvo como tamaño máximo nominal $\frac{3}{4}$ " , para luego ser adicionado directamente en la preparación de la mezcla de concreto instantes luego de agregar el agregado grueso y fino según las dosificaciones de PET diseñadas, al 5%, 10%, 15% en relación al peso del cemento para los diseños de mezcla de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 12. Porcentaje de PET por grupo de estudio

PORCENTAJE DE PET POR GRUPO DE ESTUDIO	
GRUPO 1	0%
GRUPO 2	5%
GRUPO 3	10%
GRUPO 4	15%

Fuente: Propio.

4.1.5. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Colocación de la Muestra: Se colocó el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior.

Se limpió con un paño las superficies de los bloques superior e inferior y se colocó el espécimen sobre el bloque inferior.

Se alineó cuidadosamente el eje del espécimen con el centro de presión del bloque superior. El bloque con rótula se tuvo que rotar inmediatamente antes de proceder al ensayo, para asegurar la libertad de movimiento requerida.

Antes de ensayar el espécimen se debió verificar que el indicador de carga esté ajustado en cero.

Velocidad de Carga: Se aplicó la carga continuamente sin golpes bruscos. La carga se debió aplicar a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de 0,25 \pm 0,05 MPa/s (35 \pm 7psi/s).

La velocidad escogida se tuvo que mantener, al menos, durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, para la fase de carga prevista.

Sin embargo, no se deberá ajustar la velocidad de movimiento a medida que se está alcanzando la carga última y la tasa de aplicación de carga decrece debido al agrietamiento del cilindro.

4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se presenta los testigos Patrón las cuales fueron efectuadas sin algún tipo de adición (Grupo 1) y testigos a los cuales se les adicionó materiales de reciclaje PET desde 5% (Grupo 2), 10% (Grupo 3), y 15% (Grupo 4) respectivamente, de esta forma determinar el porcentaje ideal de adición que permita mejorar la resistencia promedio del concreto sin modificar demasiado sus propiedades físicas.

4.2.1. RESULTADO DE PROPIEDADES DE AGREGADO

4.2.1.1. AGREGADO GRUESO

○ CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO N° 01	1.02%
ENSAYO N° 02	0.94%
ENSAYO N° 03	0.94%
PROMEDIO	0.97%

Tabla 13. Contenido de Humedad de Piedra Chancado

Fuente: Laboratorio de E.F.P. Ingeniería Civil (Cantera Cochamarca)

○ PESO UNITARIO SUELTO

Tabla 14. P.U.S - Piedra Chancada

M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1.749	1.753	1.750	1.751

Fuente: Laboratorio de E.F.P. Ingeniería Civil (Cantera Cochamarca)

○ GRANULOMETRÍA

DATOS DE LA MUESTRA							
MUESTRA	AGREGADO GRUESO				3	:	5667 g
TAMIZ	AASHTO T- 27 (mm)	M1	M2	M3	PROMEDIO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	Tamaño maximo = 1"
3 / 4"	19.050	0.00	0.00	789.00	263.00	95.36	Tamaño Maximo Nominal = 3 / 4"
1 / 2"	12.700	1172.00	1038.00	4066.50	2092.17	58.44	Modulo de Fineza = 6.71
3 / 8"	9.525	634.00	677.00	3481.50	1597.50	30.25	
Nº 4	4.750	584.00	656.00	3391.00	1543.67	3.01	
FONDO		110.00	129.00	273.00	170.67	0.00	

Tabla 15. Granulometría Promedio de Piedra Chancada

Fuente: Laboratorio de E.F.P. Ingeniería Civil (Cantera Cochamarca)

○ PESO COMPACTADO

Tabla 16. P.U.C. - Piedra Chancada

M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1.552	1.563	1.552	1.555

Fuente: Laboratorio de E.F.P. Ingeniería Civil (Cantera Cochamarca)

○ PESO ESPECIFICO NOMINAL

Tabla 17. P.E.N. - Piedra Chancada

M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
2.606	2.559	2.637	2.601

Fuente: Laboratorio de E.F.P. Ingeniería Civil (Cantera Cochamarca)

○ **ABSORCION**

Tabla 18. Absorción - Piedra Chancada

M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1.42%	0.52%	2.04%	1.33%

Fuente: Laboratorio de E.F.P. Ingeniería Civil (Cantera Cochamarca)

4.2.1.2. AGREGADO FINO

○ **CONTENIDO DE HUMEDAD**

ENSAYO Nº 01	3.30%
ENSAYO Nº 02	3.37%
ENSAYO Nº 03	3.37%
PROMEDIO	3.35%

Tabla 19. Contenido de Humedad de Agregado Fino

Fuente: Laboratorio de E.F.P. Ingeniería Civil (Cantera Cochamarca)

○ **GRANULOMETRÍA**

PROMEDIO							
DATOS DE LA MUESTRA							
MUESTRA AGREGADO FINO		1			: 2500 g		
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	M1 P. RETENIDO	M2 P. RETENIDO	M3 P. RETENIDO	PROMEDIO	PORCENTAJE QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Nº 4	4.750	457.00	486.00	484.00	475.67	80.98	Tamaño maximo = ----
Nº 8	2.380	609.00	628.00	628.00	621.67	56.11	Tamaño Maximo Nominal = ----
Nº 16	1.190	475.00	465.00	465.00	468.33	37.37	Modulo de Fineza = 3.98
Nº 30	0.595	440.00	429.00	429.00	432.67	20.07	OBSERVACIONES:
Nº 50	0.297	370.00	341.00	341.00	350.67	6.04	
Nº 100	0.148	119.00	115.00	117.00	117.00	1.36	
FONDO	0.000	29.80	36.00	36.00	33.93	0.00	

Tabla 20. Granulometría Promedio de Agregado Fino

Fuente: Laboratorio de E.F.P. Ingeniería Civil (Cantera Cochamarca)

○ **PESO UNITARIO SUELTO**

Tabla 21. P.U.S – Agregado Fino

M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
3.300%	3.370%	3.365%	3.345%

Fuente: Laboratorio de E.F.P. Ingeniería Civil (Cantera Cochamarca)

○ PESO ESPECIFICO NOMINAL

Tabla 22. P.U.S – Agregado Fino

M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1.749	1.753	1.750	1.751

Fuente: Laboratorio de E.F.P. Ingeniería Civil (Cantera Cochamarca)

○ ABSORCION

Tabla 23. Agregado Fino

M1	M2	M3	PROMEDIO
2.67%	2.67%	2.67%	2.67%

Fuente: Laboratorio de E.F.P. Ingeniería Civil (Cantera Cochamarca)

4.2.2. RESULTADO DE DISEÑO DE MEZCLA

Tabla 24. Diseño de Concreto Para Grupo 1

DATOS DE GENERALES													
PARA CONCRETO A DISEÑAR	=	175	kg/cm ²										
PROPIEDADES DE MATERIALES													
CEMENTO	Tipo I Andino	P. Especifico	3.11 gr/cm ³										
AGUA	Potable	P. Especifico	1 gr/cm ³										
PROPIEDAD	AG. FINO	AG. GRUESO											
P.E. masa	1.751	2.601	g/cm ³										
%Absorción	2.67	1.33	%										
%Contenido de Humedad	3.35	0.97	%										
TMN		0.75	pulgada										
T.M.		1	pulgada										
Modulo de Finura	3.98												
P.U.S.	1708	1751	kg/m ³										
P.U.C.		1555	kg/m ³										
Pasante nº 200			%										
P.E "SSS"			g/cm ³										
P.E. masa	1.751	2.601	g/cm ³										
P.E aparente			g/cm ³										
PASOS DEL DISEÑO													
1. Determinación de la Resistencia Promedio f'_{cr}													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>f'_{c}</th> <th>f'_{cr}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>201.8</td> </tr> <tr> <td></td> <td>186.6</td> </tr> </tbody> </table>		f'_{c}	f'_{cr}		201.8		186.6	<p>a) Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 o el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las formulas siguientes usando la desviación estándar "s" calculada.</p> $f'_{cr} = f'_{c} + 1.34s \dots\dots\dots (1)$ $f'_{cr} = f'_{c} + 2.33s - 35 \dots\dots\dots (2)$ <p>Donde: s = Desviación estándar, en kg/cm²</p> <p>b) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizara la Tabla 2.2 para la determinación de la resistencia promedio requerida.</p>					
f'_{c}	f'_{cr}												
	201.8												
	186.6												
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>f'_{cr}</td> <td>245</td> </tr> </tbody> </table>		f'_{cr}	245	<p>kg/cm²</p> <p>Tabla 2.2. Resistencia a la compresión promedio.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>f'_{c}</th> <th>f'_{cr}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Menos de 210</td> <td>$f'_{c} + 70$</td> </tr> <tr> <td>210 a 350</td> <td>$f'_{c} + 84$</td> </tr> <tr> <td>Sobre 350</td> <td>$f'_{c} + 98$</td> </tr> </tbody> </table>		f'_{c}	f'_{cr}	Menos de 210	$f'_{c} + 70$	210 a 350	$f'_{c} + 84$	Sobre 350	$f'_{c} + 98$
f'_{cr}	245												
f'_{c}	f'_{cr}												
Menos de 210	$f'_{c} + 70$												
210 a 350	$f'_{c} + 84$												
Sobre 350	$f'_{c} + 98$												

2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO

TMN 19.05 mm

3. Selección del Asentamiento (SLUMP)

Consistencia	Slump
Seca	0 - 2 pulg
Plastica	3 - 4 pulg
Fluida	>= 5 pulg

Slump pulg 101.6 mm

4. Determinación del Contenido de Agua

Agua Litros

TABLA 01
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA
Agua en l/m³, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

5. Contenido de Aire por M3

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

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

6. Relación Agua - Cemento

x0 y0
 x yx
 x1 y1

$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$

Agua/Cemento

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

f'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

7. Peso de Cemento por M3 (Factor Cemento)

Cemento 326.43 kg/m3 7.7 bolsas/m3

$$C = (a/c) \frac{1}{\text{Agua}}$$

8. Contenido de Agregado Grueso por M3

TABLA 04
PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del fino. (b / bo)

Vol.Agr.Grueso 0.600 m3

$$PESO_A.G. = Vol_A.G * P.U.C$$

Peso A.G.seco 933.00 kg/m3

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	2.40	2.60	2.80	3.00
3 / 8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

9. Calculo de Volúmenes Absolutos

Cemento	0.105	m3
Agua	0.205	m3
Aire	0.020	m3
Agr. Grueso	0.359	m3
Volumen	0.689	m3

10. Contenido de Agregado Fino por M3

$$Peso_A.F. = Vol_A.F. * PEmasa$$

Vol.Agr.Fino 0.311 m3

Agr.Fino Seco 545.138 kg/m3

$$Vol.Ag.Fino = 1 - V.A.C.$$

11. VALORES DE DISEÑO DE MEZCLAS PARA MATERIALES SECO

Cemento	326.433	kg/m3
Agua	205.000	lt/m3
Agr. Fino	545.138	kg/m3
Agr. Grueso	933.000	kg/m3

12. Correccion por Humedad del Agregado

Calculo de los pesos humedos

Ag fino= 563.40 kg/m3 $Ag_fino = Peso_seco * (1 + CH)$

Ag grueso= 942.05 kg/m3 $Ag_grueso = Peso_seco * (1 + CH)$

Calculo de los aportes por humedad

$$\%C.H. - \%Abs$$

AGREGADO	Peso	Cont. Hum.	Absorcion	Var. Peso	
Agr. Fino	545.138	3.35	2.67	3.71	lt/m3
Agr. Grueso	933.000	0.97	1.33	-3.36	lt/m3
aporta agua				0.35	lt/m3

Agua efectiva= 204.65 Litros $Agua_Efectiva = Agua - Correccion$

13. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS				
Cemento	326.433	kg/m ³	7.68 bls	
Agua	204.652	lt/m ³		
Agr. Fino	563.400	kg/m ³		
Agr. Grueso	942.050	kg/m ³		
14. Relacion en Peso				
$\frac{C}{C} = \frac{\text{Peso}_{A.G.}}{C} = \frac{\text{Peso}_{A.F.}}{C}$				
CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA	lt/bls
1	1.73	2.89	26.64	
15. Peso por tanda de sacco				
42.5 peso de 1 bolsa de cemento				
CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA	
42.5	73.35	122.65	26.64	
kg/sacco	kg/sacco	kg/sacco	lt/sacco	

4.2.3. RESULTADO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

4.2.3.1. GRUPO 1 – PATRÓN

Tabla 25. Resistencia a la Compresión de Grupo 1

RESISTENCIA DE DISEÑO	175	Kg/cm ²
-----------------------	-----	--------------------

% DE PET	N°	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO
0%	1A	20/06/2019	27/06/2019	7	22550	125.09	71.48%	125.09
	2A	20/06/2019	04/07/2019	14	24820	143.30	81.89%	143.30
	3A	20/06/2019	18/07/2019	28	33890	186.76	106.72%	186.43
	4A	20/06/2019	18/07/2019	28	33750	185.99	106.28%	
	5A	20/06/2019	18/07/2019	28	33850	186.54	106.60%	

Fuente: Propio.

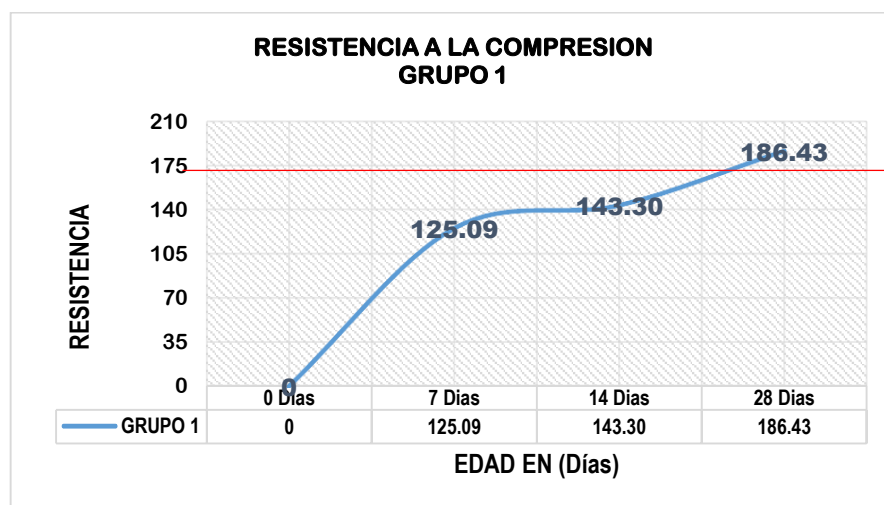


Grafico 3. Resistencia a la Compresión de Grupo 1

Fuente: Propio.

4.2.3.2. GRUPO 2 – 5% DE ADICIÓN DE PET

Tabla 26. Resistencia a la Compresión de Grupo 2

RESISTENCIA DE DISEÑO	175	Kg/cm²
------------------------------	------------	--------------------------

% DE PET	N°	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO
5%	1B	20/06/2019	20/06/2019	7	20520	112.34	64.20%	113.67
	2B	20/06/2019	27/06/2019	7	20460	114.25	65.29%	
	3B	20/06/2019	27/06/2019	7	20490	114.42	65.38%	
5%	4B	20/06/2019	04/07/2019	14	22530	127.49	72.85%	127.67
	5B	20/06/2019	04/07/2019	14	22770	127.15	72.66%	
	6B	20/06/2019	04/07/2019	14	22990	128.38	73.36%	
5%	7B	20/06/2019	18/07/2019	28	26100	143.83	82.19%	144.63
	8B	20/06/2019	18/07/2019	28	25900	141.80	81.03%	
	9B	20/06/2019	18/07/2019	28	26200	148.26	84.72%	

Fuente: Propio.

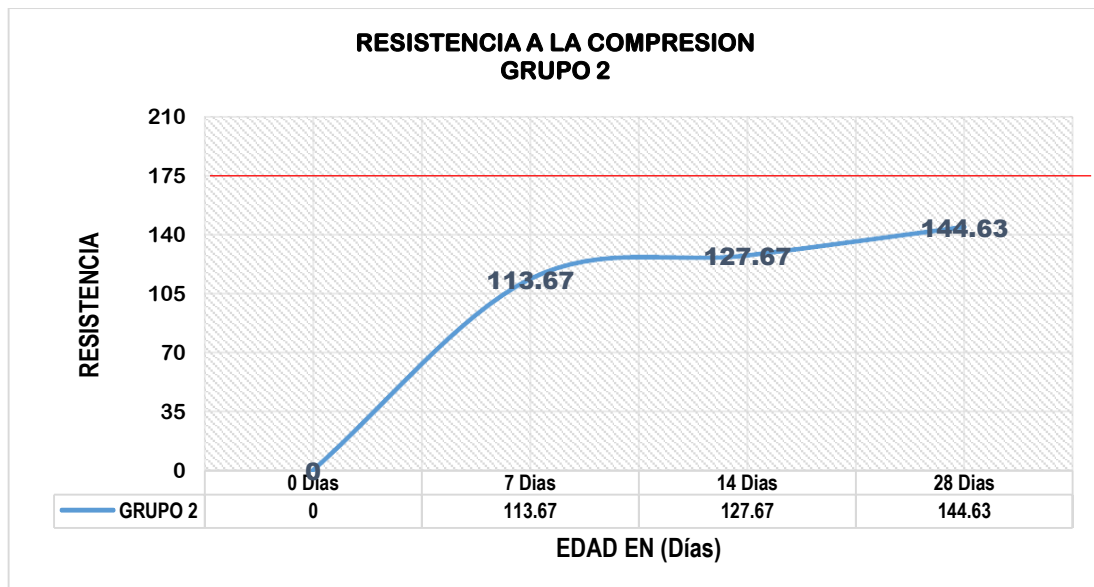


Grafico 4. Resistencia a la Compresión de Grupo 2

Fuente: Propio.

4.2.3.3. GRUPO 3 – 10% DE ADICIÓN DE PET

Tabla 27. Resistencia a la Compresión de Grupo 3

RESISTENCIA DE DISEÑO 175 Kg/cm²

% DE PET	N°	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO
10%	1C	21/06/2019	21/06/2019	7	16700	91.43	52.25%	91.47
	2C	21/06/2019	28/06/2019	7	16250	90.74	51.85%	
	3C	21/06/2019	28/06/2019	7	16520	92.25	52.71%	
10%	4C	21/06/2019	05/07/2019	14	17900	101.29	57.88%	100.35
	5C	21/06/2019	05/07/2019	14	17850	99.68	56.96%	
	6C	21/06/2019	05/07/2019	14	17920	100.07	57.18%	
10%	7C	21/06/2019	19/07/2019	28	21750	119.86	68.49%	120.98
	8C	21/06/2019	19/07/2019	28	21950	120.17	68.67%	
	9C	21/06/2019	19/07/2019	28	21720	122.91	70.23%	

Fuente: Propio.

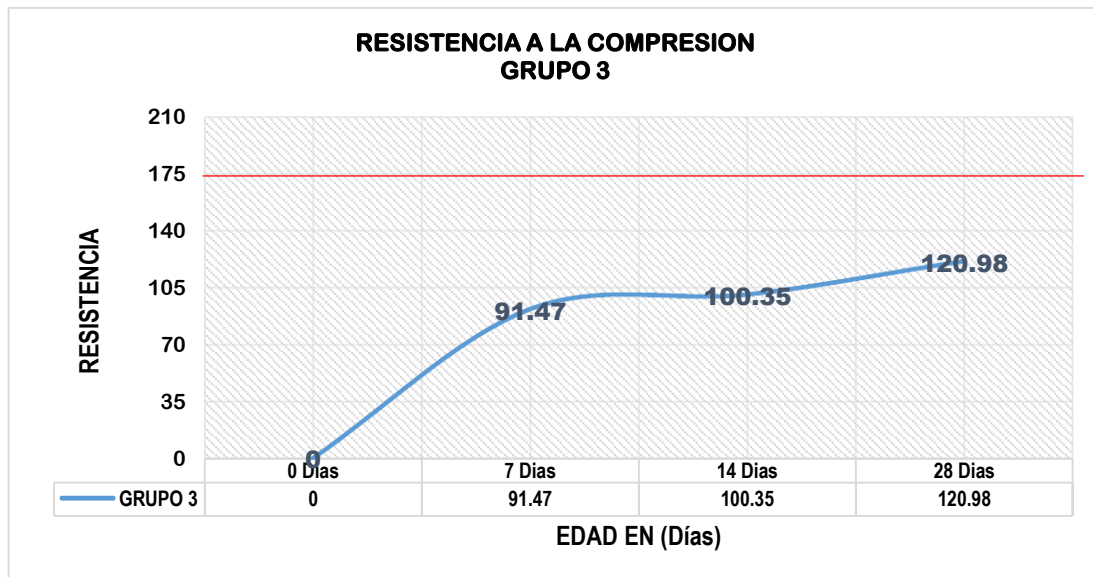


Grafico 5. Resistencia a la Compresión de Grupo 3

Fuente: Propio.

4.2.3.4. GRUPO 4 – 15% DE ADICIÓN DE PET.

Tabla 28. Resistencia a la Compresión de Grupo 4

RESISTENCIA DE DISEÑO	175	Kg/cm²
------------------------------	------------	--------------------------

% DE PET	N°	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO
15%	1C	22/06/2019	22/06/2019	7	13700	75.01	42.86%	74.83
	2C	22/06/2019	29/06/2019	7	13250	73.99	42.28%	
	3C	22/06/2019	29/06/2019	7	13520	75.50	43.14%	
15%	4C	22/06/2019	06/07/2019	14	16120	91.22	52.13%	89.73
	5C	22/06/2019	06/07/2019	14	15950	89.07	50.90%	
	6C	22/06/2019	06/07/2019	14	15920	88.90	50.80%	
15%	7C	22/06/2019	20/07/2019	28	17750	97.82	55.90%	98.79
	8C	22/06/2019	20/07/2019	28	17950	98.27	56.16%	
	9C	22/06/2019	20/07/2019	28	17720	100.27	57.30%	

Fuente: Propio.

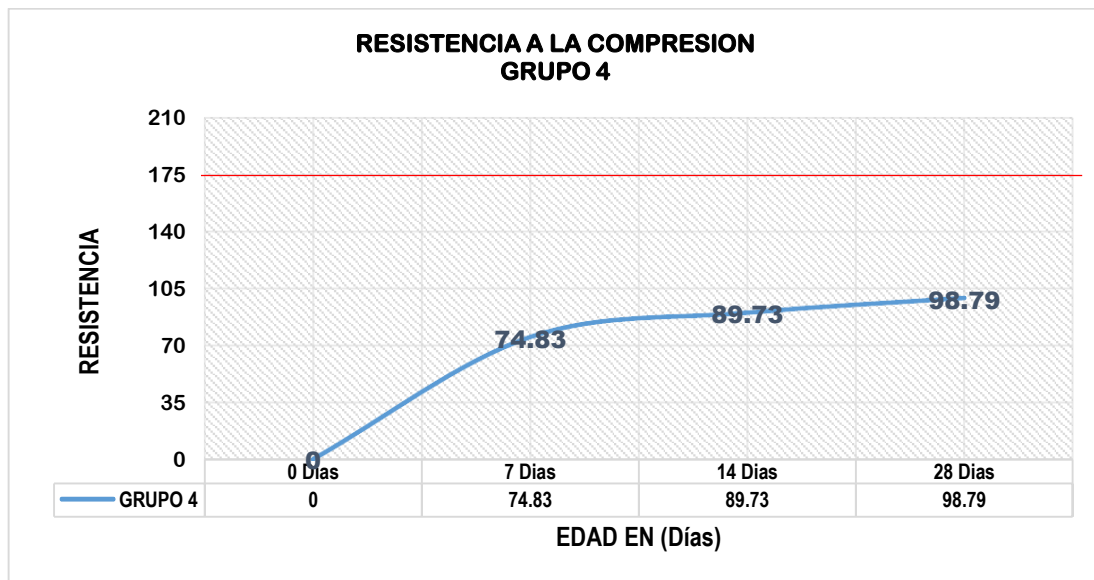


Grafico 6. Resistencia a la Compresión de Grupo 4

Fuente: Propio.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para verificar la hipótesis se usó el coeficiente de determinación para verificar la existencia del mismo.

4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO

Las propiedades físicas mecánicas del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, adicionado plástico "PET" reciclado. Es indirectamente proporcional al porcentaje del reemplazo de agregados por hojuelas de plástico PET reciclado en el distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco.

4.3.2. PRUEBA DEL HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADO

Para evaluar la presente hipótesis se realizaron ensayos de resistencia a la compresión a testigos de concreto elaborados en el laboratorio de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, los cuales fueron adicionados con Materiales Plásticos de Reciclaje (PET) obtenidos luego de ser triturados, lavados, secados y tamizados, se procedió a colocar los testigos de concreto en agua para continuar el proceso de curado.

La rotura de probetas se realizó a los 7, 14 y 28 días respectivamente, evidenciando mediante el ensayo a la compresión que es indirectamente proporcional al porcentaje del reemplazo de agregados por hojuelas de plástico PET reciclado. Por cual se da validez a la hipótesis planteada.

Tabla 29. Resumen de la Resistencia a la Compresión de los Grupos

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
	0% de PET	5% de PET	10% de PET	15% de PET
0 días	0.00	0.00	0.00	0.00
7 días	125.09	113.67	91.47	74.83
14 días	143.30	127.67	100.35	89.73
28 días	186.43	144.63	120.98	98.79

Fuente: Propio.

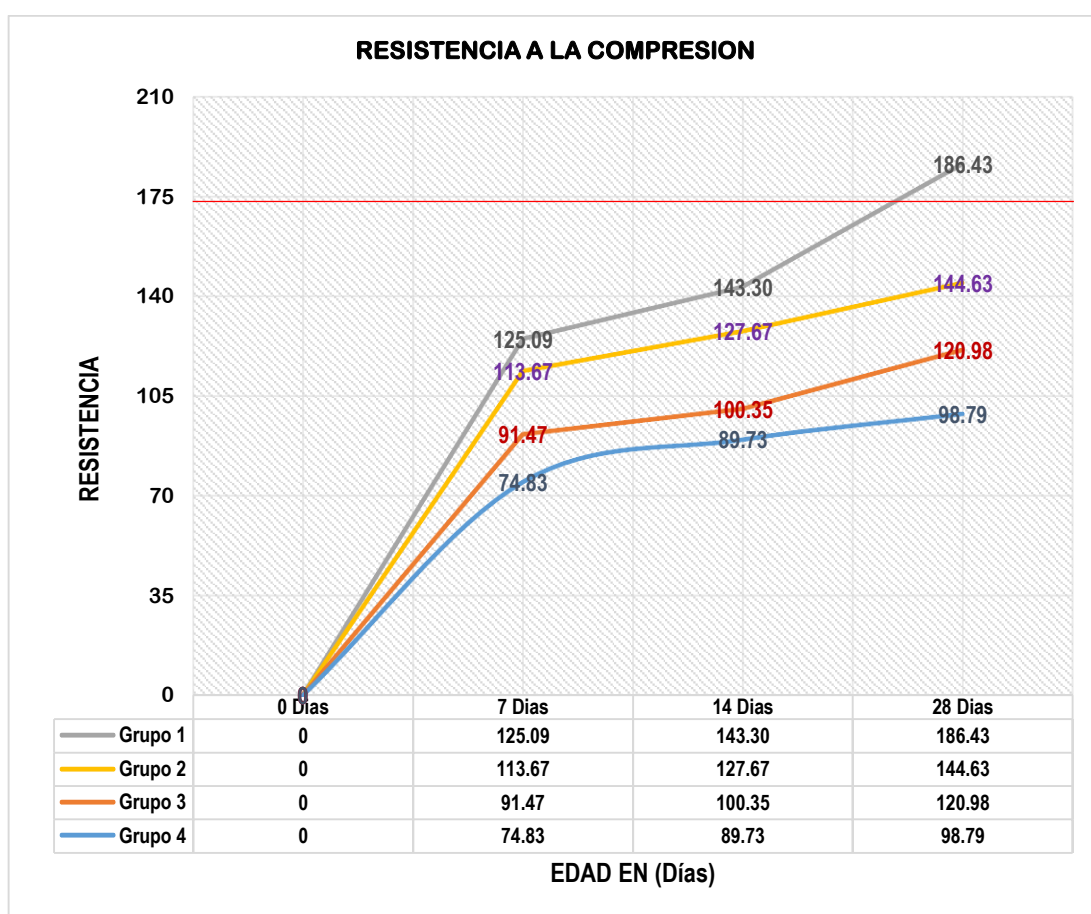


Grafico 7. Resistencia a la Compresión
Fuente: Propio.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se elaboraron los testigos de concreto en el laboratorio de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, cumpliendo el diseño de mezcla

establecido al inicio y adicionando PET en un 5%, 10% mientras que a partir del 15% no cumplía con el Slump en ninguno de los diseños de mezclas realizados, verificándose que:

- Al adicionar mayor cantidad PET triturado la mezcla iba perdiendo la plasticidad y disminuyendo el asentamiento y por consiguiente la trabajabilidad del concreto.
- A mayor proporción de PET adicionado el concreto no se conglomeraba de manera correcta por lo que la resistencia a la compresión disminuía.

CONCLUSIONES

Se presenta los testigos Patrón las cuales fueron efectuadas sin algún tipo de adición (Grupo 1) y testigos a los cuales se les adicionó materiales de reciclaje PET desde 5% (Grupo 2), 10% (Grupo 3), y 15% (Grupo 4) respectivamente, de esta forma determinar el porcentaje ideal de adición que permita mejorar la resistencia promedio del concreto sin modificar demasiado sus propiedades físicas. Para el cual la rotura de probetas se realizó a los 7, 14 y 28 días respectivamente, evidenciando mediante el ensayo a la compresión que es indirectamente proporcional al porcentaje del reemplazo de agregados por hojuelas de plástico PET reciclado. Por cual se da validez a la hipótesis planteada.

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
	0% de PET	5% de PET	10% de PET	15% de PET
0 días	0.00	0.00	0.00	0.00
7 días	125.09	113.67	91.47	74.83
14 días	143.30	127.67	100.35	89.73
28 días	186.43	144.63	120.98	98.79

Cumpliendo con el diseño de mezcla establecido al inicio y adicionando PET en un 5%, 10% mientras que a partir del 15% no cumplía con el Slump en ninguno de los diseños de mezclas realizados, verificándose que:

- Al adicionar mayor cantidad PET triturado la mezcla iba perdiendo la plasticidad y disminuyendo el asentamiento y por consiguiente la trabajabilidad del concreto.

- A mayor proporción de PET adicionado el concreto no se conglomeraba de manera correcta por lo que la resistencia a la compresión disminuía.

La densidad del concreto disminuye conforme el porcentaje de agregado plástico incrementa, pues los materiales adicionados tienen menor peso, la disminución es de un 5% a 13 % teniendo como particularidad que esta reducción no es directamente proporcional al agregado plástico, sino a la aglomeración de sus partículas entre sí, las cuales provocan el aumento de contenido de aire en el concreto fresco y donde se podrá producir la falla.

RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas con otras dosificaciones de materiales de reciclaje, reduciendo también las dimensiones y formas de las partículas de los mismos, con el propósito de determinar si existe una combinación de elementos que proporcione mejores características físicas y mecánicas del concreto.
- Llevar a cabo ensayos que determinen la adherencia entre los materiales de reciclaje y demás elementos del concreto, para establecer si la adherencia puede ser un impedimento para que este tipo de concreto alcance una mayor resistencia.
- Las mezclas adicionadas con materiales plásticos de reciclaje estudiadas presentan características aptas para usos de concreto no estructural y poseen como ventaja un método de mitigación de daños ambientales producidos por los desechos sólidos y que el sector de la construcción aprovecharía.

BIBLIOGRÁFICAS

- Méndez, R. (2010). Analisis estrategico en las pequeñas empresas de la construcción en Puebla México.
- Meza, A. (2008). La responsabilidad social empresarial como factor de competitividad. Bogota: Universidad Javeriana Bogota.
- Ortiz, L. (2009). Diseño de un sistema de gestión de calidad bajo la norma ISO 9001:2008 en la empresa Intranet. Quito: Escuela Superior Politecnica del Litoral Ecuador.
- OSCE, P. (2015). Comunicados OSCE, Perú. Lima.
- OSCE, P. (2016). Documentos Normativos (Directivas y bases estándar). Lima.
- OSCE, P. (2017). Opioniones sobre la Ley de Contrataciones del Estado y su reglamento. Lima.
- PMBOK. (2013). GUIA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS. 5TA EDICION.
- Retamozo Linares, A. (2015). contrataciones y adquisiciones del estado y normas de control.
- Salvador, A. G. (2009). Gestion por Procesos. Colombia: Esic Editorial.
- SEACE, P. (2016). Comunicados SEACE. Lima.
- Smith, N. (2002). Engineering Project Management. Uk: Blackwell Science.
- Thompson, P., & Perry, J. (1992). Engineering COnstruction Risks: A guide to Project Risk Analysis and Risk Management. New York: Thomas Telford.

- Arellano. (2016).
- Castro, W. (01 de 01 de 2012). Importancia y contribución de la pequeña empresa. Obtenido de <http://goo.gl/CJSmRk>
- Echevarria, F. (2007). Asegurando el valor en proyectos de construcción: una guía para la selección y contratación del equipo del proyecto. Lima: Universidad Pontificia Catolica del Perú.
- El peruano, D. (2017). DECRETO LEGISLATIVO QUE MODIFICA LA LEY 30225, LEY DE CONTRATACIONES DEL ESTADO. Lima.
- Hernández, Fernandez, & Baptista. (2014). Metodología de la investigación. Mexico, D.F.: McGrawHill.
- Ley 30225, c. (2017). Ley de contrataciones del estado y sus modificatorias. Lima.
- Ley, P. d. (2017). Proyecto de ley de presupuesto del sector público para el año fiscal 2017. En C. d. República. Lima.

ANEXOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

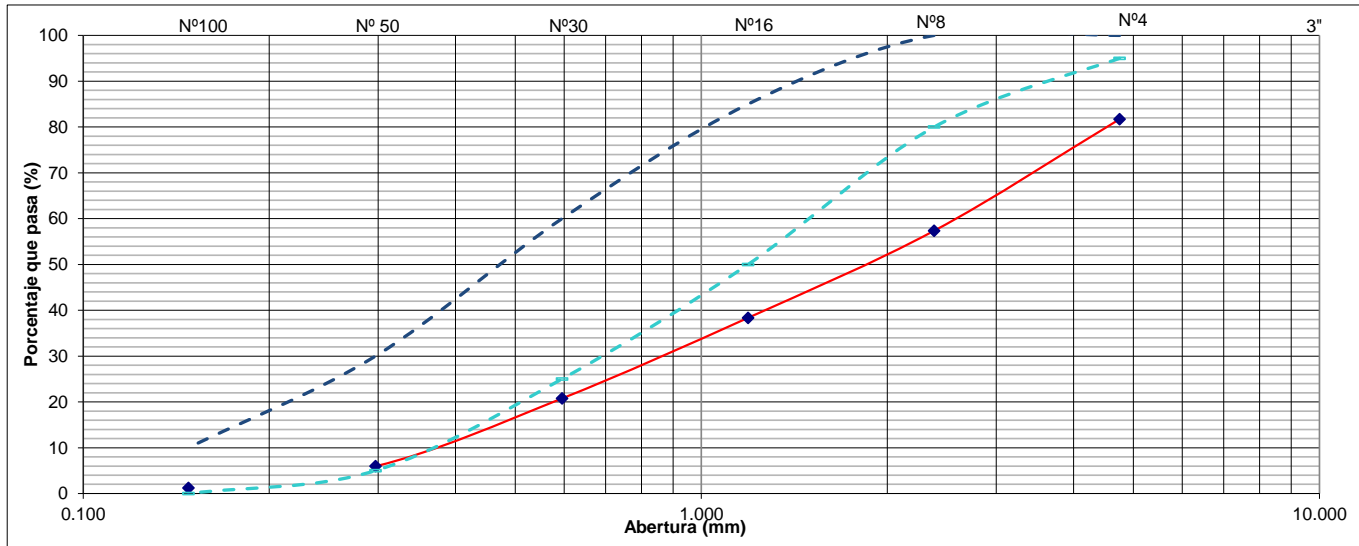
TESIS:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [$f'_{c}=175$ kg/cm ² , adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
CANTERA:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA	: 18/06/2019
		FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO FINO	Nº DE ENSAYO	1	Peso inicial seco	: 2500	g
----------------	----------------------	---------------------	---	--------------------------	--------	----------

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE		HUSO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	NTP 400.037	
Nº 4	4.750	457.00	18.3	18.28	81.72	95 100	Tamaño maximo = ----
Nº 8	2.380	609.00	24.4	42.64	57.36	80 100	Tamaño Maximo Nominal = ----
Nº 16	1.190	475.00	19.0	61.64	38.36	50 85	Modulo de Fineza = 3.95
Nº 30	0.595	440.00	17.6	79.25	20.75	25 60	OBSERVACIONES:
Nº 50	0.297	370.00	14.8	94.05	5.95	5 30	
Nº 100	0.148	119.00	4.8	98.81	1.19	0 10	
FONDO	0.000	29.80	1.2	100.00	0.00		

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

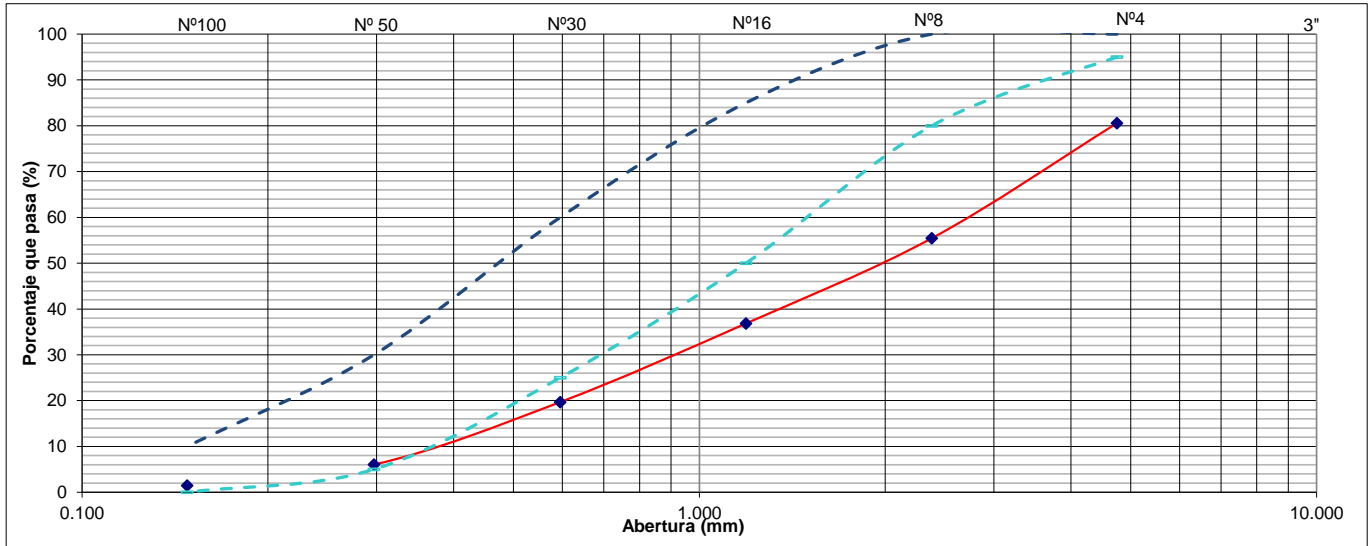
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [f'c=175 kg/cm ² , adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
CANTERA:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA	: 18/06/2019
		FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO FINO	Nº DE ENSAYO	2	Peso inicial seco	: 2500	g	
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	HUSO NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
Nº 4	4.750	486.00	19.4	19.44	80.56	95 100	Tamaño maximo = ----
Nº 8	2.380	628.00	25.1	44.56	55.44	80 100	Tamaño Maximo Nominal = ----
Nº 16	1.190	465.00	18.6	63.16	36.84	50 85	Modulo de Fineza = 4.00
Nº 30	0.595	429.00	17.2	80.32	19.68	25 60	OBSERVACIONES:
Nº 50	0.297	341.00	13.6	93.96	6.04	5 30	
Nº 100	0.148	115.00	4.6	98.56	1.44	0 10	
FONDO	0.000	36.00	1.4	100.00	0.00		

CURVA GRANULOMETRICA



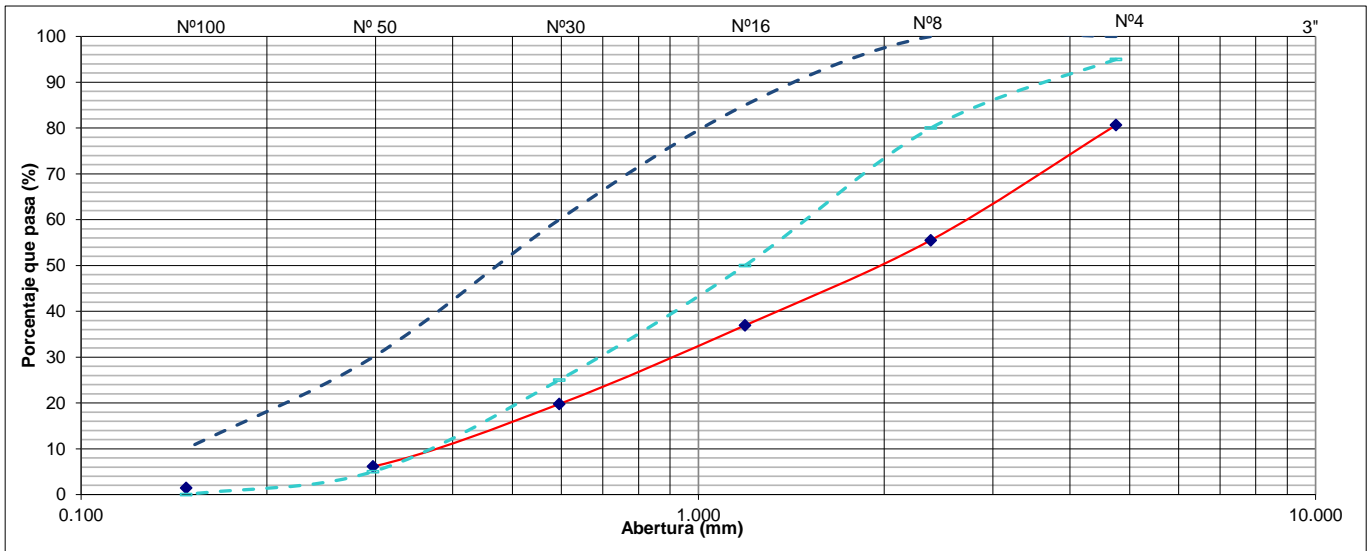


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [$f'_{c}=175$ kg/cm ² , adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	FECHA	: 18/06/2019
CANTERA:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA							
MUESTRA	AGREGADO FINO	Nº DE ENSAYO			Peso inicial seco		
		3			: 2500 g		
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Nº 4	4.750	484.00	19.4	19.36	80.64	95 100	Tamaño maximo = ----
Nº 8	2.380	628.00	25.1	44.48	55.52	80 100	Tamaño Maximo Nominal = ----
Nº 16	1.190	465.00	18.6	63.08	36.92	50 85	Modulo de Fineza = 4.00
Nº 30	0.595	429.00	17.2	80.24	19.76	25 60	OBSERVACIONES:
Nº 50	0.297	341.00	13.6	93.88	6.12	5 30	
Nº 100	0.148	117.00	4.7	98.56	1.44	0 10	
FONDO	0.000	36.00	1.4	100.00	0.00		

CURVA GRANULOMETRICA





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 NTP 400.012

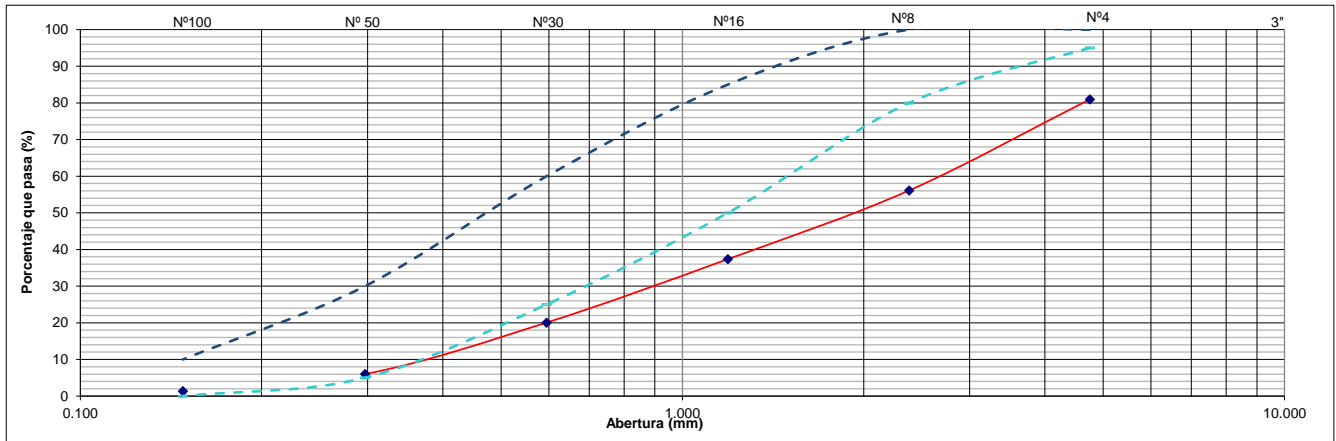
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS: Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [f'c=175 kg/cm ²], adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE : Arq. German RAMÍREZ MEDRANO
	ING.RESP. : Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE: QUINTO ROBLES Naysha Zascha	FECHA : 18/06/2019
CANTERA: CANTERA COCHAMARCA	FORMATO :

PROMEDIO
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA AGREGADO FINO	Nº DE ENSAYO 1	Peso inicial seco : 2500 g								
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	M1 P. RETENIDO	M2 P. RETENIDO	M3 P. RETENIDO	PROMEDIO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Nº 4	4.750	457.00	486.00	484.00	475.67	19.0	19.03	80.98	95 100	Tamaño maximo = ----
Nº 8	2.380	609.00	628.00	628.00	621.67	24.9	43.90	56.11	80 100	Tamaño Maximo Nominal = ----
Nº 16	1.190	475.00	465.00	465.00	468.33	18.7	62.63	37.37	50 85	Modulo de Fineza = 3.98
Nº 30	0.595	440.00	429.00	429.00	432.67	17.3	79.94	20.07	25 60	OBSERVACIONES:
Nº 50	0.297	370.00	341.00	341.00	350.67	14.0	93.97	6.04	5 30	
Nº 100	0.148	119.00	115.00	117.00	117.00	4.7	98.65	1.36	0 10	
FONDO	0.000	29.80	36.00	36.00	33.93	1.4	100.01	0.00		

CURVA GRANULOMÉTRICA



**PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO**

NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [$f'c=175$ kg/cm ² , adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE :	Arq. German RAMIREZ MEDRANO
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	ING.RESP. :	Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA :	19/06/2019
		FORMATO :	

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO :	AGREGADO FINO
PROCEDENCIA :	CANTERA COCHAMARCA

AGREGADO FINO**PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)**

N°	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	32.50	32.75	33.20
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	24.23	24.48	24.93
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014
CALCULO						
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m ³	1686	1703	1735
				1708		

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)

N°	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	35.10	35.20	35.65
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	26.83	26.93	27.38
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014
CALCULO						
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m ³	1916	1923	1955
				1932		

PESO ESPECIFICO (ASTM C 131)

N°	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	487.00	487.00	487.00
2	PPAH ₂ O	B	gr	1284.00	1279.00	1280.00
3	PPAH ₂ O+PSSS	C	gr	1582.00	1582.00	1588.00
4	PSSS	S	gr	500.00	500.00	500.00

CALCULO

5	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(B+S-C)	gr/cm ³	2.41	2.47	2.54
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	A/(B+S-C)	gr/cm ³	2.41	2.47	2.54
7	PESO ESPECÍFICO NOMINAL	A/(B+A-C)	gr/cm ³	2.58	2.65	2.72
				2.67		

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)

MUESTRA	PMN	PMSH	W%
M - 1	327.42	316.96	3.30%
M - 2	335.82	324.89	3.36%
M - 3	339.41	328.36	3.37%
W%PROMEDIO			3.34%

ABSORCION (Abs %) (ASTM C 131)

MUESTRA	PSSS	PMSH	Ab%
M - 1	500.00	487.00	2.67%
M - 2	500.00	487.00	2.67%
M - 3	500.00	487.00	2.67%
Ab%PROMEDIO			2.67%



PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO
NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto $[f' c=175 \text{ kg/cm}^2]$, adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	FECHA	: 19/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO	:	AGREGADO FINO	PESO DE LA MUE:	: 500 g
PROCEDENCIA	:	CANTERA COCHAMARCA		

AGREGADO FINO

ENSAYO N° 01

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE RECIPIENTE	X	176.20	g
PESO DE LA MUESTRA	Y	500.00	g
PESO DE LA MUESTRA + PESO DE RECIPIENTE	C=X+Y	676.20	g
PESO DE LA MUESTRA + PESO DE RECIPIENTE + PESO DEL AGUA	X+Y+C	976.50	g
PESO DEL AGUA	W	300.30	%
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	495.00	%
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	V	500.00	ml
PESO ESPECÍFICO DE MASA	G	2.48	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO	G _{ss}	2.50	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO APARENTE	G _a	2.54	gr/cm3
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	a%	1.01%	%



PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO
NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [$f'c=175 \text{ kg/cm}^2$], adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	FECHA	: 19/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO	:	AGREGADO FINO	PESO DE LA MUESTRA:	500 g
PROCEDENCIA	:	CANTERA COCHAMARCA		

AGREGADO FINO

ENSAYO N° 01

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE RECIPIENTE	X	176.20	g
PESO DE LA MUESTRA	Y	500.00	g
PESO DE LA MUESTRA + PESO DE RECIPIENTE	C=X+Y	676.20	g
PESO DE LA MUESTRA + PESO DE RECIPIENTE + PESO DEL AGUA	X+Y+C	984.00	g
PESO DEL AGUA	W	307.80	%
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	496.20	%
VOLUMEN DEL RECIPIENTE	V	500.00	ml
PESO ESPECÍFICO DE MASA	G	2.58	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO	G _{sss}	2.60	gr/cm3
PESO ESPECÍFICO APARENTE	G _a	2.63	gr/cm3
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	a%	0.77%	%



PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO
NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto $[f^c = 175 \text{ kg/cm}^2]$, adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA	: 19/06/2019
		FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO	:	AGREGADO FINO
PROCEDENCIA	:	CANTERA COCHAMARCA

AGREGADO FINO

PROMEDIO DE ENSAYOS

		M1	M2	M3
PESO ESPECIFICO	gr/cm ³	1955.429	2.479	2.582
PESO ESPECIFICO APARENTE	gr/cm ³	0.000	2.542	2.634
PESO ESPECIFICO SUPERFICIALMENTE SECA	gr/cm ³	0.000	2.504	2.601
ABSORCION	%	M - 3	1.01%	0.77%

Peso Especifico 653.50 gr/cm³

Peso Especifico Aparente 1.73 gr/cm³

Peso Especifico Superficialmente Seca 1.70 gr/cm³

Absorcion 0.89% gr/cm³



CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO
NTP 339.185 / ASTM C-566

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [f' ^c =175 kg/cm ²], adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ MEDRANO
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	FECHA	: 17/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	: 1

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO	:	AGREGADO FINO
PROCEDENCIA	:	CANTERA COCHAMARCA

AGREGADO FINO

ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		20	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	358.01	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	347.55	g
PESO DEL TARRO	gr	30.59	g
PESO DE AGUA	gr	10.46	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	316.96	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.300%	%

ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		21	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	366.41	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	355.46	g
PESO DEL TARRO	gr	30.57	g
PESO DE AGUA	gr	10.95	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	324.89	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.370%	%

ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		22	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	370.31	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	359.26	g
PESO DEL TARRO	gr	30.90	g
PESO DE AGUA	gr	11.05	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	328.36	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.365%	%

PROMEDIO		3.345%	
----------	--	--------	--



CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO
NTP 339.185 / ASTM C-566

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [(f' c=175 kg/cm) ² , adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE :	Arq. German RAMIREZ M.
		ING.RESP. :	Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	FECHA :	19/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO :	F-001

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO :	AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA :	CANTERA COCHAMARCA

AGREGADO GRUESO

ENSAYO Nº 01

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Nº DE TARRO		20	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	518.63	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	513.69	g
PESO DEL TARRO	gr	30.59	g
PESO DE AGUA	gr	4.94	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	483.10	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.023%	%

ENSAYO Nº 02

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Nº DE TARRO		21	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	534.97	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	530.27	g
PESO DEL TARRO	gr	30.57	g
PESO DE AGUA	gr	4.70	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	499.70	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.941%	%

ENSAYO Nº 03

DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Nº DE TARRO		22	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	518.00	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	513.45	g
PESO DEL TARRO	gr	30.90	g
PESO DE AGUA	gr	4.55	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	482.55	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.943%	%

PROMEDIO

0.969%

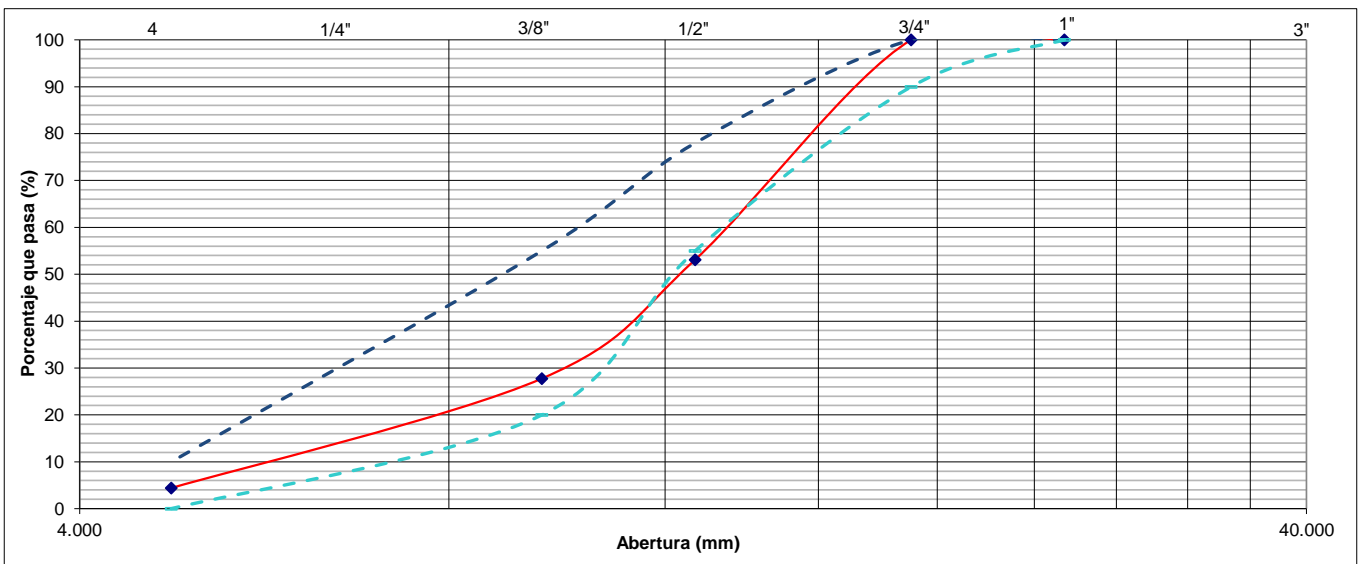


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [f_c c=175 kg/cm ² , adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Arq. German RAMIREZ M
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	FECHA	: 17/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	: Vit - 02

DATOS DE LA MUESTRA								
MUESTRA	AGREGADO GRUESO	Nº DE ENSAYO			Peso inicial seco			
		1			: 2500 g			
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUSO NTP 400.037		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.00	100	100	Tamaño maximo = 1"
3 / 4"	19.050	0.00	0.0	0.00	100.00	90	100	Tamaño Maximo Nominal = 1"
1 / 2"	12.700	1172.00	46.9	46.88	53.12	55	78	Modulo de Fineza = 6.68
3 / 8"	9.525	634.00	25.4	72.24	27.76	20	55	
Nº 4	4.750	584.00	23.4	95.60	4.40	0	10	
FONDO		110.00	4.4	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

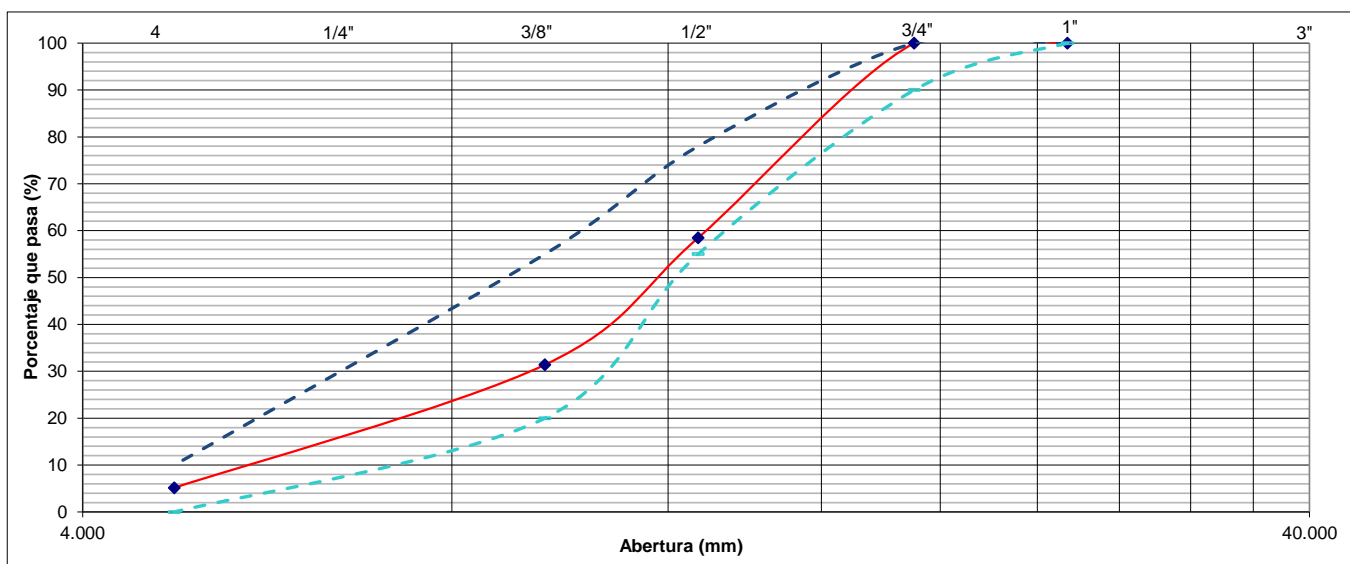
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [f ^Λ c=175 kg/cm] ² , adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE :	
		ING.RESP. :	
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	FECHA :	17/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO :	Vit - 02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO GRUESO	Nº DE ENSAYO	2		Peso inicial seco :	2500 g		
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	HUSO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	NTP 400.037		
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.00	100	100	Tamaño maximo = 1"
3 / 4"	19.050	0.00	0.0	0.00	100.00	90	100	Tamaño Maximo Nominal = 1"
1 / 2"	12.700	1038.00	41.5	41.52	58.48	55	78	Modulo de Fineza = 6.63
3 / 8"	9.525	677.00	27.1	68.60	31.40	20	55	
Nº 4	4.750	656.00	26.2	94.84	5.16	0	10	
FONDO		129.00	5.2	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

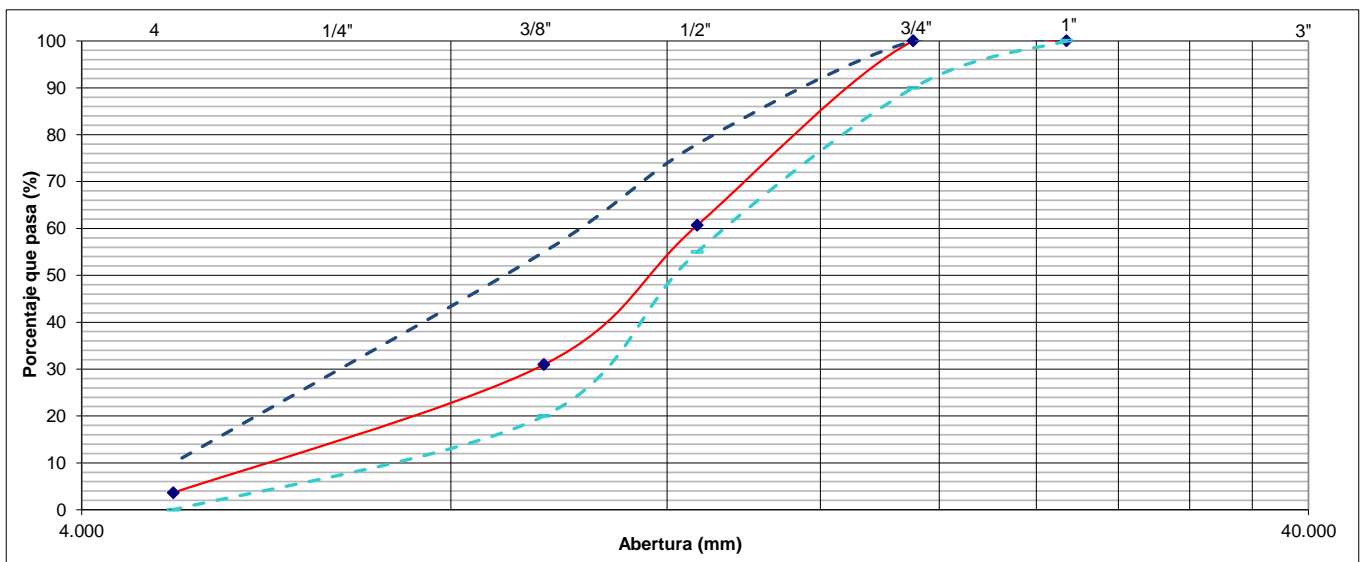
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [f [^] c=175 kg/cm ² , adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE :	
		ING.RESP. :	
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	FECHA	: 17/06/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	: Vit - 02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO GRUESO	Nº DE ENSAYO	3	Peso inicial seco	: 2500	g	
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	HUSO NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
1"	25.400	0.00	0.0	0.00	100.00	100 100	Tamaño maximo = 1"
3 / 4"	19.050	0.00	0.0	0.00	100.00	90 100	Tamaño Maximo Nominal = 1"
1 / 2"	12.700	983.00	39.3	39.32	60.68	55 78	Modulo de Fineza = 6.65
3 / 8"	9.525	743.00	29.7	69.04	30.96	20 55	
Nº 4	4.750	683.00	27.3	96.36	3.64	0 10	
FONDO		91.00	3.6	100.00	0.00		

CURVA GRANULOMETRICA





ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

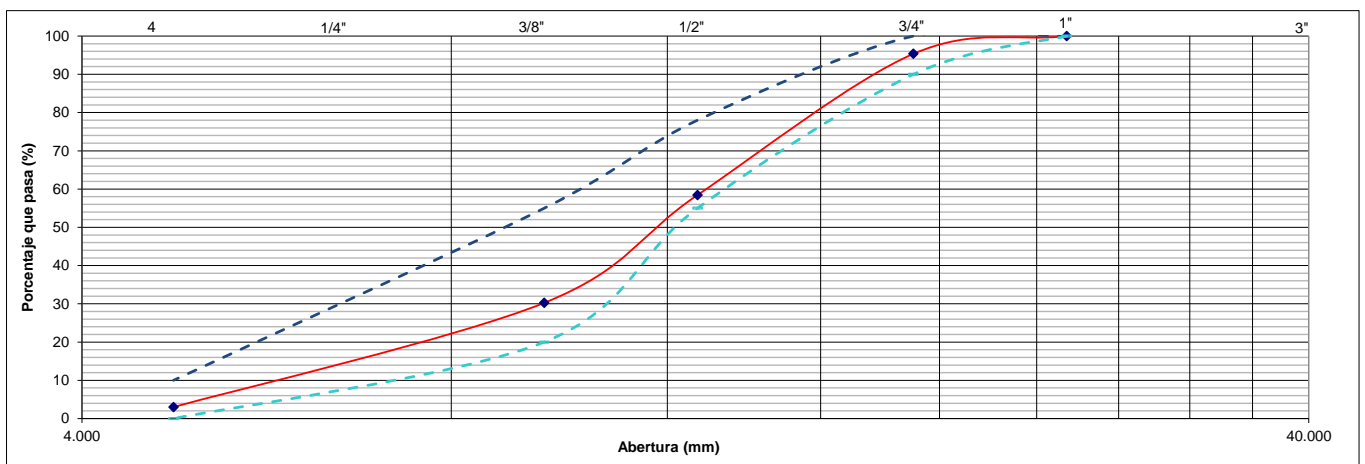
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [$f'c=175 \text{ kg/cm}^2$], adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE :	
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	ING.RESP. :	
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA :	17/06/2019
		FORMATO :	Vit - 02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO GRUESO					Nº DE ENSAYO	3			Peso inicial seco :	5667 g	
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	M1	M2	M3	PROMEDIO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	HUSO NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
	RETENIDO					ACUMULADO	QUE PASA					
1"	25.400	0.000	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00	100.00	100	100	Tamaño maximo = 1"	
3 / 4"	19.050	0.000	0.000	789.00	263.00	4.6	4.64	95.36	90	100	Tamaño Maximo Nominal = 3 / 4"	
1 / 2"	12.700	1172.000	1038.000	4066.50	2092.17	36.9	41.56	58.44	55	78	Modulo de Fineza = 6.71	
3 / 8"	9.525	634.000	677.000	3481.50	1597.50	28.2	69.75	30.25	20	55		
Nº 4	4.750	584.000	656.000	3391.00	1543.67	27.2	96.99	3.01	0	10		
FONDO		110.000	129.000	273.00	170.67	3.0	100.00	0.00				

CURVA GRANULOMETRICA





PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO
NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto $[f'c=175 \text{ kg/cm}^2]^2$, adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE :	
SOLICITANTE:		ING.RESP. :	
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA - PIEDRA CHANCADA	FECHA :	
		FORMATO :	

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO DE AGREGADO :	AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA :	CANTERA COCHAMARCA - PIEDRA CHANCADA

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	28.25	28.10	28.00	28.12
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	19.98	19.83	19.73	19.84
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014	0.0144
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m ³	1.390	1.380	1.373	1.381

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	8.27	8.27	8.27	8.27
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	30.00	30.15	30.00	30.05
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	21.73	21.88	21.73	21.78
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.014	0.014	0.014	0.0140
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m ³	1.552	1.563	1.552	1.555

PESO ESPECÍFICO (ASTM C 131)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	2465.00	2487.00	2450.00	2467.33
2	PSSS	B	gr	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00
3	PSSS SUMERGIDO + CANASTILLA		gr	2432.00	2428.00	2434.00	2431.33
4	PESO DE LA CANASTILLA		gr	913.00	913.00	913.00	913.00
5	PSSS SUMERGIDO	C	gr	1519.00	1515.00	1521.00	1518.33

CÁLCULO							
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE	$A/(B+S-C)$	gr/cm ³	2.513	2.525	2.503	2.513
7	PESO ESPECÍFICO APARENTE (S.S.S.)	$A/(B+S-C)$	gr/cm ³	2.513	2.525	2.503	2.513
8	PESO ESPECÍFICO NOMINAL	$A/(B+A-C)$	gr/cm ³	2.606	2.559	2.637	2.601

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)			
MUESTRA	PMN	PMSH	W%
M - 1	488.04	483.10	1.02%
M - 2	504.40	499.70	0.94%
M - 3	487.10	482.55	0.94%
W%PROMEDIO			0.97%

ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)			
MUESTRA	PSSS	PMSH	Ab%
M - 1	2500.00	2465.00	1.42%
M - 2	2500.00	2487.00	0.52%
M - 3	2500.00	2450.00	2.04%
Ab%PROMEDIO			1.33%

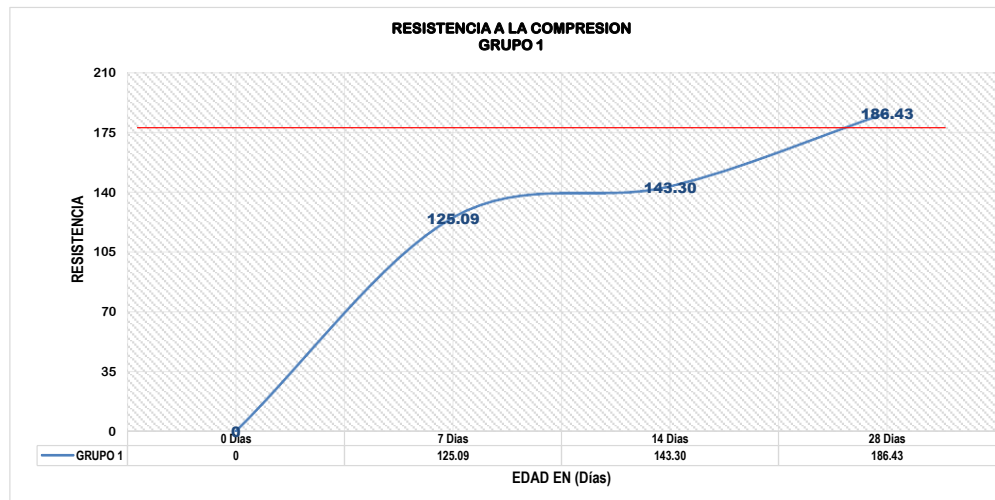


RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [f' c=175 kg/cm ² , adiciónado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE :	Arq. German RAMIREZ M
SOLICITANTE :	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	ING.RESP. :	Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN :	CANTERA COCHAMARCA	FECHA :	18/07/2019
		FORMATO :	

RESISTENCIA DE DISEÑO 175 Kg/cm²

% DE PET	N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTEZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
					N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
0%	1A	20/06/2019	27/06/2019	7	15.2	15.1	15.15	29.9	30.0	29.95	1.98	OK	180.3	22550	125.09	71.48%	70%	CONO	SI CUMPLE	125.09
	2A	20/06/2019	04/07/2019	14	14.8	14.9	14.85	30.4	30.4	30.40	2.05	OK	173.2	24820	143.30	81.89%	85%	COLUMNA	NO CUMPLE	143.30
	3A	20/06/2019	18/07/2019	28	15.3	15.1	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	181.5	33890	186.76	106.72%	100%	CONO Y CORTE	SI CUMPLE	
	4A	20/06/2019	18/07/2019	28	15.3	15.1	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	181.5	33750	185.99	106.28%	100%	COLUMNA	SI CUMPLE	186.43
	5A	20/06/2019	18/07/2019	28	15.3	15.1	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	181.5	33850	186.54	106.60%	100%	CONO Y CUARTEO	SI CUMPLE	



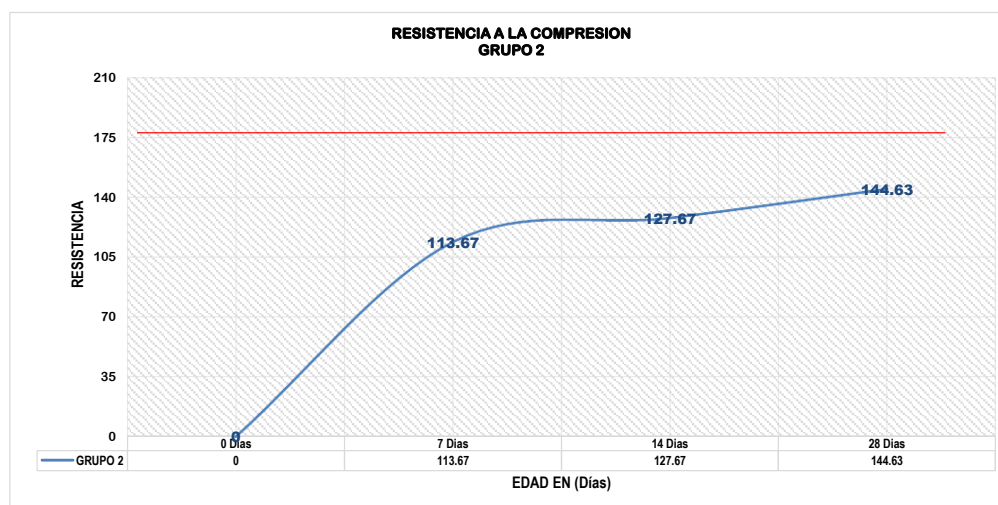


RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA :	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [$f'_{ax} = 175 \text{ kg/cm}^2$]*2, adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE : Arq. German RAMIREZ M
SOLICITANTE :	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	ING.RESP. : Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN :	CANTERA COCHAMARCA	FECHA : 18/07/2019
		FORMATO :

RESISTENCIA DE DISEÑO 175 Kg/cm^2

% DE PET	N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
					N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
5%	1B	20/06/2019	20/06/2019	7	15.3	15.2	15.25	29.8	30.00	29.90	1.96	OK	182.7	20520	112.34	64.20%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	113.67
	2B	20/06/2019	27/06/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	20460	114.25	65.29%	100%	CONO	NO CUMPLE	
	3B	20/06/2019	27/06/2019	7	15	15.2	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	20490	114.42	65.38%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	
5%	4B	20/06/2019	04/07/2019	14	14.9	15.1	15	29.8	30.00	29.90	1.99	OK	176.7	22530	127.49	72.85%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	127.67
	5B	20/06/2019	04/07/2019	14	15.3	14.9	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	22770	127.15	72.66%	100%	CONO Y CUARTEO	NO CUMPLE	
	6B	20/06/2019	04/07/2019	14	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	22990	128.38	73.36%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	
5%	7B	20/06/2019	18/07/2019	28	15.1	15.3	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	181.5	26100	143.83	82.19%	100%	CONO	NO CUMPLE	144.63
	8B	20/06/2019	18/07/2019	28	15.3	15.2	15.25	29.8	30.00	29.90	1.96	OK	182.7	25900	141.80	81.03%	100%	CONO Y CUARTEO	NO CUMPLE	
	9B	20/06/2019	18/07/2019	28	14.9	15.1	15	29.8	30.00	29.90	1.99	OK	176.7	26200	148.26	84.72%	100%	CONO Y CUARTEO	NO CUMPLE	





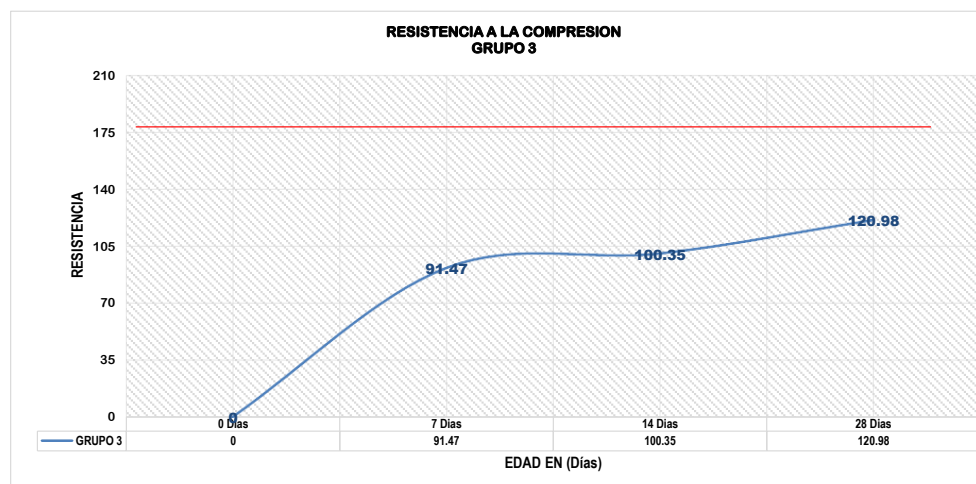
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [$f'c=175 \text{ kg/cm}^2$]*2, adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE :	Arq. German RAMIREZ M
SOLICITANTE :	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	ING.RESP. :	Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN :	CANTERA COCHAMARCA	FECHA :	18/07/2019
		FORMATO :	

RESISTENCIA DE DISEÑO 175 *Kg/cm²*

% DE PET	N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACION DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
					N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
10%	1C	21/06/2019	21/06/2019	7	15.3	15.2	15.25	29.8	30.00	29.90	1.96	OK	182.7	16700	91.43	52.25%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	91.47
	2C	21/06/2019	28/06/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	16250	90.74	51.85%	100%	CONO Y CUARTEO	NO CUMPLE	
	3C	21/06/2019	28/06/2019	7	15	15.2	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	16520	92.25	52.71%	100%	CONO	NO CUMPLE	
10%	4C	21/06/2019	05/07/2019	14	14.9	15.1	15	29.8	30.00	29.90	1.99	OK	176.7	17900	101.29	57.88%	100%	CONO Y CUARTEO	NO CUMPLE	100.35
	5C	21/06/2019	05/07/2019	14	15.3	14.9	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	17850	99.68	56.96%	100%	CONO	NO CUMPLE	
	6C	21/06/2019	05/07/2019	14	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	17920	100.07	57.18%	100%	CONO	NO CUMPLE	
10%	7C	21/06/2019	19/07/2019	28	15.1	15.3	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	181.5	21750	119.86	68.49%	100%	CONO Y CUARTEO	NO CUMPLE	120.98
	8C	21/06/2019	19/07/2019	28	15.3	15.2	15.25	29.8	30.00	29.90	1.96	OK	182.7	21950	120.17	68.67%	100%	CONO	NO CUMPLE	
	9C	21/06/2019	19/07/2019	28	14.9	15.1	15	29.8	30.00	29.90	1.99	OK	176.7	21720	122.91	70.23%	100%	CONO Y CUARTEO	NO CUMPLE	



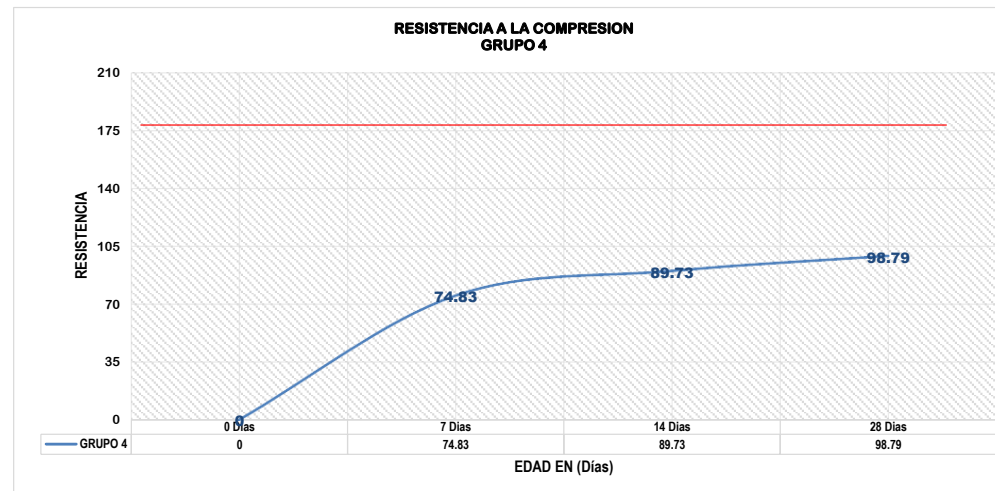


RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
 ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS										
OBRA :	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [f'ac=175 kg/cm ²], adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019							RESPONSABLE :	Arq. German RAMIREZ M	
SOLICITANTE :	QUINTO ROBLES Naysha Zascha							ING.RESP. :	Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS	
UBICACIÓN :	CANTERA COCHAMARCA							FECHA :	20/07/2019	
							FORMATO :			

RESISTENCIA DE DISEÑO 175 Kg/cm²

% DE PET	N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)			ALTURA (Cm)			RELACIÓN DE ESBELTÉZ L/D=2	CORRECCIÓN DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	OBSERVACIONES	PROMEDIO
					N°1	N°2	PROMEDIO	N°1	N°2	PROMEDIO										
15%	1C	22/06/2019	22/06/2019	7	15.3	15.2	15.25	29.8	30.00	29.90	1.96	OK	182.7	13700	75.01	42.86%	100%	CONO Y CORTE	NO CUMPLE	74.83
	2C	22/06/2019	29/06/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	13250	73.99	42.28%	100%	CONO Y CUARTEO	NO CUMPLE	
	3C	22/06/2019	29/06/2019	7	15	15.2	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	13520	75.50	43.14%	100%	CONO	NO CUMPLE	
15%	4C	22/06/2019	06/07/2019	14	14.9	15.1	15	29.8	30.00	29.90	1.99	OK	176.7	16120	91.22	52.13%	100%	CONO Y CUARTEO	NO CUMPLE	89.73
	5C	22/06/2019	06/07/2019	14	15.3	14.9	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	15950	89.07	50.90%	100%	CONO	NO CUMPLE	
	6C	22/06/2019	06/07/2019	14	15.1	15.1	15.1	29.8	30.00	29.90	1.98	OK	179.1	15920	88.90	50.80%	100%	CONO	NO CUMPLE	
15%	7C	22/06/2019	20/07/2019	28	15.1	15.3	15.2	29.8	30.00	29.90	1.97	OK	181.5	17750	97.82	55.90%	100%	CONO Y CUARTEO	NO CUMPLE	98.79
	8C	22/06/2019	20/07/2019	28	15.3	15.2	15.25	29.8	30.00	29.90	1.96	OK	182.7	17950	98.27	56.16%	100%	CONO	NO CUMPLE	
	9C	22/06/2019	20/07/2019	28	14.9	15.1	15	29.8	30.00	29.90	1.99	OK	176.7	17720	100.27	57.30%	100%	CONO Y CUARTEO	NO CUMPLE	





DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
 ACI 211.11

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA:	Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto [$f'c=175 \text{ kg/cm}^2$] ² , adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019	RESPONSABLE	Arq. German RAMIREZ
SOLICITANTE:	QUINTO ROBLES Naysha Zascha	ING.RESP.	:Ing. Eric M. CHAVEZ
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA	: 19/06/2019
		FORMATO	: F-001

DATOS DE LA MUESTRA

PROC. AGREGADO GRUESO	:	CANTERA COCHAMARCA
PROC. AGREGADO FINA	:	CANTERA COCHAMARCA

DATOS DE GENERALES

PARA CONCRETO A DISEÑAR	=	175	kg/cm ²
-------------------------	---	-----	--------------------

PROPIEDADES DE MATERIALES

CEMENTO	Tipo I Andino	P. Especifico	3.11	gr/cm ³
AGUA	Potable	P. Especifico	1	gr/cm ³
PROPIEDAD	AG. FINO	AG. GRUESO		
P.E. masa	1.751	2.601		g/cm ³
%Absorción	2.67	1.33		%
%Contenido de Humedad	3.35	0.97		%
TMN		0.75		pulgada
T.M.		1		pulgada
Modulo de Finura	3.98			
P.U.S.	1708	1751		kg/m ³
P.U.C.		1555		kg/m ³
Pasante nº 200				%
P.E "SSS"				g/cm ³
P.E. masa	1.751	2.601		g/cm ³
P.E aparente				g/cm ³

PASOS DEL DISEÑO

1. Determinación de la Resistencia Promedio f'_{cr}

a) Si la desviación estándar se ha calculado de acuerdo a lo indicado en el Método 1 o el Método 2, la resistencia promedio requerida será el mayor de los valores determinados por las formulas siguientes usando la desviación estándar "s" calculada.

$$f'_{cr} = f'_{c} + 1.34s \dots\dots\dots (1)$$

$$f'_{cr} = f'_{c} + 2.33s - 35 \dots\dots\dots (2)$$

Donde: s = Desviación estándar, en kg/cm²

b) Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizara la Tabla 2.2 para la determinación de la resistencia promedio requerida.

TABLA 2.2. Resistencia a la compresión promedio.

f'_{c}	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_{c} + 70$
210 a 350	$f'_{c} + 84$
Sobre 350	$f'_{c} + 98$

f'_{c}	f'_{cr}
	201.8
	186.6
f'_{cr}	245

kg/cm²

2. SELECCIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL DEL AGREGADO

TMN 19.05 mm

3. Selección del Asentamiento (SLUMP)

Consistencia	Slump
Seca	0 - 2 pulg
Plastica	3 - 4 pulg
Fluida	>= 5 pulg

Slump pulg 101.6 mm



4. Determinación del Contenido de Agua

Agua 205.00 Litros

TABLA 01
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA
 Agua en l/m³, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.

Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

5. Contenido de Aire por M3

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

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

%

6. Relación Agua - Cemento

x0 250 0.62 y0
 x 245 0.6280 yx
 x1 200 0.7 y1

Agua/Cemento 0.628

$$y_x = y_0 + \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} (y_1 - y_0)$$

RELACION AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

f'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.

7. Peso de Cemento por M3 (Factor Cemento)

Cemento 326.43 kg/m³

7.7 bolsas/m³

$$C = (a/c) \frac{1}{\text{Agua}}$$

8. Contenido de Agregado Grueso por M3

Vol.Agr.Grueso 0.600 m³

$$PESO_A.G. = Vol_A.G * P.U.C$$

Peso A.G.seco 933.00 kg/m³

TABLA 04
PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finiza del fino. (b / b₀)

Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	2.40	2.60	2.80	3.00
3 / 8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

tabla confeccionada por el comité 211 del ACI.



9. Calculo de Volúmenes Absolutos

Cemento	0.105	m3
Agua	0.205	m3
Aire	0.020	m3
Agr. Grueso	0.359	m3
Volumen	0.689	m3

10. Contenido de Agregado Fino por M3

$$Peso_{A.F.} = Vol_{A.F.} * P_{Emasa}$$

Vol.Agr.Fino	0.311	m3
Agr.Fino Seco	545.138	kg/m3

$$Vol.Ag.Fino = 1 - V.A.C.$$

11. VALORES DE DISEÑO DE MEZCLAS PARA MATERIALES SECO

Cemento	326.433	kg/m3
Agua	205.000	lt/m3
Agr. Fino	545.138	kg/m3
Agr. Grueso	933.000	kg/m3

12. Correccion por Humedad del Agregado

Calculo de los pesos humedos

Ag fino= 563.40 kg/m3 $Ag_{fino} = Peso_{seco} * (1 + CH)$

Ag grueso= 942.05 kg/m3 $Ag_{grueso} = Peso_{seco} * (1 + CH)$

Calculo de los aportes por humedad

$$\%C.H. - \%Abs$$

AGREGADO	Peso	Cont. Hum.	Absorcion	Var. Peso	
Agr. Fino	545.138	3.35	2.67	3.71	lt/m3
Agr. Grueso	933.000	0.97	1.33	-3.36	lt/m3
aporta agua				0.35	lt/m3

Agua efectiva= 204.65 Litros $Agua_{Efectiva} = Agua - Correccion$

13. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento	326.433	kg/m3
Agua	204.652	lt/m3
Agr. Fino	563.400	kg/m3
Agr. Grueso	942.050	kg/m3

$$7.68 \text{ bls}$$

14. Relacion en Peso

$$\frac{C}{C} = \frac{Peso_{A.G.}}{C} = \frac{Peso_{A.F.}}{C}$$

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA	
1	1.73	2.89	26.64	lt/bls



15. Peso por tanda de saco

42.5 peso de 1 bolsa de cemento

CEMENTO	AGR. FINO	AGR. GRUESO	AGUA
42.5	73.35	122.65	26.64
kg/saco	kg/saco	kg/saco	lt/saco

16. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS PARA EL VACIADO DE 6 PROBETAS

Volumen 0.039760782 $\pi \cdot (d/2)^2 \cdot h$

Cemento	12.979
Agua	8.137
Agr. Fino	22.401
Agr. Grueso	37.457