

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS)

en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de

Ingeniería Civil de la UNDAC, Pasco - 2019

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor: Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA

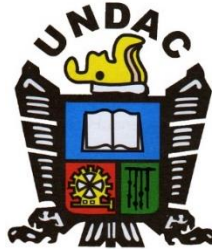
Asesor: Mg. Eder Guido ROBLES MORALES

Cerro de Pasco – Perú - 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS)

en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de

Ingeniería Civil de la UNDAC, Pasco - 2019

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Hildebrando Anival CÓNDOR GARCÍA
PRESIDENTE

Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
MIEMBRO

Ing. Pedro YARASCA CÓRDOVA
MIEMBRO

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a Dios por no desampararme en los momentos difíciles y por darme fuerzas para seguir y no caer.

A mis padres que me apoyaron y siempre quisieron lo mejor para mí, por darme esos valores éticos y también enseñarme de sus virtudes para ser un hombre de bien.

RECONOCIMIENTO

- ✓ A mi alma máter la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión por albergarme durante los 5 años de mi formación académica en la que me enseñaron no solo lo teórico, sino también los valores, habilidades y capacidades que me servirán durante mi vida profesional que de ahora en adelante empieza.
- ✓ A mi madre y padre que no se rindieron nunca con tal de llegar a ser una persona que aporte a esta sociedad y que me dieron los valores y sustento necesario para lograr mi meta.
- ✓ A mis familiares por el constante apoyo y consejos que me dieron para dar todo de mí y no desvanecer en el camino.
- ✓ A mis docentes, los ingenieros de la E.F.P. de Ingeniería Civil que me brindaron parte de sus conocimientos y que colocaron las bases fundamentales para mi desarrollo profesional.
- ✓ A mis colegas y amigos por el apoyo moral que me dieron para lograr culminar esta etapa de mi formación profesional.
- ✓ A todas esas personas que de una u otra forma me dieron consejos y me motivaron a ser mejor cada día les estaré eternamente agradecido por el cambio que lograron en mí.

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido en la elaboración u obtención de concreto liviano para poder ser aplicado en la Región de Pasco en los distintos tipos de construcción y/o solicitaciones que sean necesarias, dichos estudios y ensayos serán realizados en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la Undac.

Para esto se realizó una sustitución parcial desde 0% hasta el 100% (0%, 25%, 50%, 75% y 100%) del agregado grueso total en el diseño de mezcla de un concreto convencional $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ que es el más común; esto implicó la elaboración de un total de 30 cilindros de concreto cada uno con su respectivo diseño de mezcla.

En lo que respecta a los agregados utilizados, fueron extraídos de la Cantera de Cochamarca ya que es una cantera que provee de la mayor cantidad de agregados que se utilizan en el sector construcción de la ciudad de Pasco, esto con el fin de tener los estudios de investigación lo más confiable posible.

Se realizaron ensayos y estudios establecidos por la Norma Técnica Peruana y el Manual de Ensayo de Materiales que son los documentos que rigen ante la ley de este tipo de estudios.

Finalmente, con todos los datos obtenidos y ordenados se verificó las hipótesis y se dio la conclusión final sobre la investigación.

Palabra clave: Concreto Liviano, Perlas de Poliestireno Expandido, EPS.

ABSTRACT

This research work has as main objective to determine the influence of Expanded Polystyrene Pearls in the elaboration or obtaining of light concrete to be able to be applied in the Pasco Region in the different types of construction and / or solicitations that are necessary, such studies and tests will be performed in the VET laboratories of Civil Engineering of the Undac.

For this, a partial replacement was made from 0% to 100% (0%, 25%, 50%, 75% and 100%) of the total coarse aggregate in the mixing design of a conventional concrete $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ which is the most common; This involved the elaboration of a total of 30 concrete cylinders each with their respective mixing design.

Regarding the aggregates used, they were extracted from the Cochamarca quarry since it is a quarry that provides the largest amount of aggregates that are used in the construction sector of the city of Pasco, this in order to have the studies Research as reliable as possible.

Tests and studies established by the Peruvian Technical Standard and the Materials Testing Manual were carried out, which are the documents that govern this type of studies under the law.

Finally, with all the data obtained and ordered the hypotheses were verified and the final conclusion on the investigation was given.

Keyword: Lightweight Concrete, Expanded Polystyrene Beads, EPS.

INTRODUCCIÓN

El propósito fundamental de esta investigación es lograr desarrollar o saber dónde podemos aplicar los usos del concreto liviano en la región de Pasco, ya que como sabemos en esta región su uso es casi nulo debido al desconocimiento de las propiedades que este concreto tiene y que su manera de obtención es muy sencilla.

Para esto se realizaron pruebas en los Laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil con el fin de poder determinar si este tipo de concreto es viable o no en cuanto a su funcionalidad en la región de Pasco y en qué tipos de trabajo se puede utilizar este concreto si cumpliera con los requisitos de calidad básica que todo concreto debe tener.

La investigación titulada: **“Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC”, Pasco – 2019**, se divide en 4 capítulos en los cuales se redacta todo lo que fue necesario para llevar a cabo esta investigación:

CAPÍTULO I: Damos a conocer los motivos que nos llevaron a realizar esta investigación, donde formulamos los problemas y sus respectivos objetivos para con estos, dándole justificación y teniendo en cuenta las limitaciones que se van a tener de ahí en adelante.

CAPÍTULO II: Se da a conocer todo lo referente a las bases teóricas con respecto al tema de investigación, sus antecedentes que fueron necesarias para discernir algunas dudas que nos conllevaría esta investigación además que nos proporciona un modelo de esquema que nos puede servir o guiar durante el

desarrollo de nuestra tesis 100% auténtica, finalmente proporcionamos en base a esto nuestras hipótesis y variables.

CAPÍTULO III: Se detallan los ensayos y procedimientos que se realizaron durante la investigación y que deben seguirse de acuerdo a las normas que así lo requieran para poder dar confiabilidad y realizar un estudio de investigación real basándonos en datos teóricos aprendidos durante la etapa universitaria.

CAPÍTULO IV: Se muestran las tablas de todos los ensayos realizados y sus resultados para luego dar un veredicto con respecto a la hipótesis planteada y finalmente dar las conclusiones y recomendaciones respectivas al tema de investigación.

Adicionalmente se están presentando **ANEXOS** donde se encuentran fotos y/o certificados de los ensayos realizados para dar confiabilidad y veracidad en los trabajos realizados en esta investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE ECUACIONES

CAPÍTULO I..... 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... 1

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

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 2

1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL..... 2

1.2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL..... 3

1.2.3 DELIMITACIÓN CONCEPTUAL..... 3

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 3

1.3.1 PROBLEMA GENERAL..... 4

1.3.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS..... 4

1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS 4

1.4.1 OBJETIVO GENERAL..... 5

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 5

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 5

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 6

CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO	7
2.2 BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS.....	15
BASE CIENTÍFICO:	15
2.2.1 DEFINICIÓN DEL CONCRETO	16
2.2.2 COMPOSICIÓN DEL CONCRETO:	17
2.2.2.1 Cemento	17
2.2.2.2 Agregado Fino.....	22
2.2.2.3 Agregado Grueso.....	22
2.2.2.4 Agua.....	24
2.2.2.5 Aditivos.....	25
2.2.3 PROPIEDADES DEL CONCRETO	26
2.2.3.1 Concreto fresco	26
2.2.3.1.1 Trabajabilidad.....	26
2.2.3.1.2 Sangrado	27
2.2.3.1.3 Tiempo de Fraguado	27
2.2.3.2 Concreto Endurecido.....	28
2.2.3.2.1 Resistencia	28
2.2.3.2.2 Impermeabilidad	29
2.2.3.2.3 Estabilidad de Volumen y control de fisuración	30
2.2.3.2.4 Durabilidad	31
2.2.4 CONCRETO LIGERO	32
a) Concreto de baja densidad.....	32
b) Concreto de densidad media	33
c) Concreto de alta densidad	33
2.2.4.1 Métodos de obtención del concreto ligero	34
a) Concreto celular	34
b) Concreto con agregados livianos.....	35

c) Concreto sin finos.....	36
2.2.5 PERLAS DE POLIESTIRENO O ESFERAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	37
2.2.5.1 Definición	37
2.2.5.2 Aplicaciones.....	37
2.2.5.3 Características del poliestireno como agregado.....	38
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	40
2.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	42
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	42
2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	42
2.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	43
2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	43
2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	43
2.5.3 VARIABLE INTERVINIENTE	43
2.6 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES	44
CAPÍTULO III.....	45
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	45
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	45
3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	46
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
3.5.1 TÉCNICAS	48
3.5.2 INSTRUMENTOS.....	49
3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS:.....	54
3.6.1 MUESTREO (N.T.P. 400.010, ASTM E 105).....	55
3.6.2 ANÁLISIS Y ENSAYOS DE LOS AGREGADOS	56

3.6.2.1	Agregado Fino.....	56
3.6.2.1.1	Granulometría (N.T.P. 400.012, ASTM C136).....	56
3.6.2.1.2	Módulo de Fineza (N.T.P. 400.011).....	57
3.6.2.1.3	Tamaño Máximo (N.T.P. 400.037).....	58
3.6.2.1.4	Tamaño Máximo Nominal (N.T.P. 400.037).....	58
3.6.2.1.5	Peso Unitario Suelto Seco (N.T.P. 400.017).....	58
3.6.2.1.6	Peso Unitario Compactado (N.T.P. 400.017).....	59
3.6.2.1.7	Peso Específico (N.T.P. 400.022).....	61
3.6.2.1.8	Absorción (N.T.P. 400.022).....	63
3.6.2.1.9	Contenido de Humedad (N.T.P. 339.185).....	64
3.6.2.2	AGREGADO GRUESO.....	65
3.6.2.2.1	Granulometría (N.T.P. 400.037, ASTM C33).....	65
3.6.2.2.2	Módulo de Fineza (N.T.P. 400.011).....	66
3.6.2.2.3	Tamaño Máximo (N.T.P. 400.037).....	67
3.6.2.2.4	Tamaño Máximo Nominal (N.T.P. 400.037).....	67
3.6.2.2.5	Peso Unitario Suelto (N.T.P. 400.017).....	68
3.6.2.2.6	Peso Unitario Compactado (N.T.P. 400.017).....	69
3.6.2.2.7	Peso Específico (N.T.P. 400.021).....	70
3.6.2.2.8	Absorción (N.T.P. 400.021).....	74
3.6.2.2.9	CONTENIDO DE HUMEDAD (N.T.P. 339.185).....	74
3.6.3	DISEÑO DE MEZCLA.....	76
3.6.3.1	Resistencia Promedio.....	76
3.6.3.2	Cálculo de Volúmenes.....	76
3.6.3.3	Relación a/c.....	76
3.6.3.4	Contenido de Aire.....	77
3.6.3.5	Datos de los Agregados.....	77
3.6.3.6	Slump.....	77
3.6.3.7	Correcciones por Humedad.....	77
3.6.3.8	Perlas de Poliestireno Expandido.....	78
3.6.4	CONCRETO EN ESTADO FRESCO.....	78
3.6.4.1	Slump (N.T.P. 339.045).....	79

3.6.4.2	Densidad de la Probeta de Concreto (N.T.P. 339.046)	80
3.6.5	CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	80
3.6.5.1	Fraguado y Curado del Concreto (N.T.P. 339.082)	81
3.6.5.2	Resistencia a la Compresión (N.T.P. 339.034)	82
3.7	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	82
3.8	SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	84
3.8.1	SELECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	84
3.8.2	VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	84
3.8.3	CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	85
3.9	ORIENTACIÓN ÉTICA.....	85
CAPÍTULO IV		86
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		86
4.1	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.	86
4.1.1	UBICACIÓN DEL LUGAR DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN	86
4.1.2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CANTERA DE LOS AGREGADOS	87
4.1.3	ESTUDIO DE LOS AGREGADOS.....	89
4.1.3.1	Agregado Fino.....	89
4.1.3.2	Agregado Grueso	93
4.1.4	DATOS TÉCNICOS DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	95
4.1.4.1	PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL EPS	95
4.1.4.2	Diversificación de Aplicaciones.....	101
4.1.5	DISEÑO DE MEZCLA	101
4.1.5.1	Determinación de la Resistencia Promedio F'_{cr}	102
4.1.5.2	Selección del Tamaño Nominal	102
4.1.5.3	Selección del Asentamiento	103
4.1.5.4	Determinación del Volumen Unitario de Agua.....	103
4.1.5.5	Contenido de Aire por M^3	104
4.1.5.6	Relación Agua - Cemento	104
4.1.5.7	Peso de Cemento por m^3 (Factor Cemento).....	105

4.1.5.8	Contenido de Agregado grueso por m ³	105
4.1.5.9	Ajuste por Humedad del Agregado	106
4.1.5.10	Porcentaje de reemplazo del agregado por Poliestireno Expandido.....	106
4.1.6	FRAGUADO	107
4.1.7	DENSIDAD DE LAS PROBETAS	108
4.1.8	PRUEBAS DE ENSAYO A COMPRESIÓN (N.T.P. 339.034)	108
4.2	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	110
4.2.1	ENSAYO DE AGREGADOS	110
4.2.1.1	AGREGADO FINO	110
4.2.1.2	AGREGADO GRUESO.....	112
4.2.2	DISEÑO DE MEZCLA	115
4.2.3	DENSIDAD DE LAS PROBETAS	117
4.2.4	ENSAYOS DE ROTURA A COMPRESIÓN.....	118
4.3	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	123
4.3.1	HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADA.....	123
4.3.2	PRUEBA DE LA HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADA.....	123
4.4	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	124

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Ubicación de la Undac.....	2
Ilustración 2: Lab. de la E.F.P. de Ing. Civil	3
Ilustración 3: Cemento Portland Tipo I.....	18
Ilustración 4: Cemento Portland Tipo II.....	19
Ilustración 5: Cemento Tipo III	20
Ilustración 6: Cemento Tipo IV.....	20
Ilustración 7: Cemento Portland Tipo V	21
Ilustración 8: Agregado Fino de Cantera Cochamarca	22
Ilustración 9: Agregado Grueso de Cochamarca	23
Ilustración 10: Agua para mezclado.....	24
Ilustración 11: Ensayo de Cono de Abrahams.....	26
Ilustración 12: Tipo leve de Sangrado	27
Ilustración 13: Inicio del Fraguado	28
Ilustración 14: Ensayo de Resistencia por Rotura	29
Ilustración 15: Impermeabilidad en el agua	30
Ilustración 16: Control de Volumen.....	31
Ilustración 17: Cilindro de Concreto Expuesto	31
Ilustración 18: Concreto Celular.....	35
Ilustración 19: Concreto con agregados livianos	36
Ilustración 20: Concreto sin finos.....	36
Ilustración 21: Perlas de Polipropileno Expandido (EPS)	37
Ilustración 22: Aplicación en el concreto.....	38
Ilustración 23: Reemplazo del Agregado por las perlas de Poliestireno	40
Ilustración 24: Concreto en Estado fresco	40

Ilustración 25: Concreto en Estado endurecido.	41
Ilustración 26: Ensayo de Slump de alta fluidez.	41
Ilustración 27: Perlas de Poliestireno Expandido.	42
Ilustración 28: Probetas estandarizadas.	49
Ilustración 29: Equipo de rotura de probetas.	50
Ilustración 30: Trompo de mezclado.	50
Ilustración 31: Hojas de cálculo para los ensayos.	51
Ilustración 32: Laptop para procesar los datos.	51
Ilustración 33: Serie de tamices para granulometría.	52
Ilustración 34: Cono de Abrahams.	52
Ilustración 35: Horno para secado de los agregados.	53
Ilustración 36: Balanza electrónica.	53
Ilustración 37: Proctor.	54
Ilustración 38: Muestreo Tipo B.	55
Ilustración 39: Laboratorio de la E.F.P. de Ing. Civil.	86
Ilustración 40: Distancia de la Undac a la cantera Cochamarca.	88
Ilustración 41: Cantera de Cochamarca.	89
Ilustración 42: Calibración de la máquina para Ensayo de Rotura.	109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Componentes del Cemento	18
Tabla 2: Operacionalización de Variables.....	44
Tabla 3: Cantidad de Muestras	48
Tabla 4: Granulometría de Agregado Fino.....	57
Tabla 5: Requisitos granulométricos de agregado grueso.....	66
Tabla 6: Tamaño Máximo Nominal de agregados gruesos.....	68
Tabla 7: Ubicación UTM de la Cantera de Cochamarca.....	87
Tabla 8: Resistencia Promedio para diseño de mezcla.	102
Tabla 9: Tamaño Máximo Nominal según tamizado.	102
Tabla 10: Slump de acuerdo a la consistencia que se requiere.....	103
Tabla 11: Volumen Unitario de Agua	103
Tabla 12: Contenido de aire atrapado en el diseño de mezcla.	104
Tabla 13: Relación agua - cemento.....	104
Tabla 14: Cantidad de Agregado Grueso por m ³ de concreto.....	105
Tabla 15: Cantidad de Muestras por grupo.....	107
Tabla 16: Tipos de Concreto según su densidad.....	108
Tabla 17: Granulometría y módulo de fineza del agregado fino.	110
Tabla 18: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.	110
Tabla 19: Peso Unitario Compactado del Agregado Fino.	111
Tabla 20: Peso Específico del Agregado Fino.	111
Tabla 21: Absorción del Agregado Fino.....	111
Tabla 22: Humedad del Agregado Fino.	112
Tabla 23: Granulometría, Tamaño Máximo, Tamaño Máximo Nominal y Módulo de Fineza del Agregado Grueso.	112

Tabla 24: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.	113
Tabla 25: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.	113
Tabla 26: Peso Específico del Agregado Grueso.	114
Tabla 27: Absorción del Agregado grueso.....	114
Tabla 28: Humedad del Agregado Grueso.	114
Tabla 29: Diseño de Mezcla por el método ACI.....	115
Tabla 30: Correcciones por humedad del diseño de mezcla.	116
Tabla 31: Proporciones Modificadas para la Incorporación de EPS en los diferentes grupos.	116
Tabla 32: Densidad de las Probetas del grupo A.....	117
Tabla 33: Densidad de las Probetas del grupo B.....	117
Tabla 34: Densidad de las Probetas del grupo C.	117
Tabla 35: Densidad de las Probetas del grupo D.	118
Tabla 36: Densidad de las Probetas del grupo E.....	118
Tabla 37: Resultados del Ensayo a Compresión – Grupo A.....	118
Tabla 38: Resultados del Ensayo a Compresión – Grupo B.....	119
Tabla 39: Resultados del Ensayo a Compresión – Grupo C.....	120
Tabla 40: Resultados del Ensayo a Compresión – Grupo D.....	120
Tabla 41: Resultados del Ensayo a Compresión – Grupo E.....	121
Tabla 42: Consolidado Promedio y Resumen de los Resultados.	122

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Conductividad Térmica del EPS.....	96
Gráfico 2: Permeabilidad al vapor de agua del EPS.....	96
Gráfico 3: Flujo de difusión al vapor de agua del EPS.....	97
Gráfico 4: Índice de resistencia a la difusión del vapor de agua del EPS.....	97
Gráfico 5: Absorción de agua del EPS.....	97
Gráfico 6: Resistencia a la compresión del EPS.....	98
Gráfico 7: Resistencia a la Flexión del EPS.....	98
Gráfico 8: Resistencia a la Tracción.	99
Gráfico 9: Resistencia al Corte del EPS.	99
Gráfico 10: Módulo de Elasticidad del EPS.	99
Gráfico 11: Cargas mecánicas que se aplicaron al EPS.	100
Gráfico 12: Curva Granulométrica del Agregado Fino.	110
Gráfico 13: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.	113
Gráfico 14: Curva Resistencia a la Compresión vs. Edad del Grupo A.	119
Gráfico 15: Curva Resistencia a la Compresión vs. Edad del Grupo B.	119
Gráfico 16: Curva Resistencia a la Compresión vs. Edad del Grupo C.	120
Gráfico 17: Curva Resistencia a la Compresión vs. Edad del Grupo D.	121
Gráfico 18: Curva Resistencia a la Compresión vs. Edad del Grupo E.	121
Gráfico 19: Comparativo de Resultados de los Ensayos a Compresión.....	122
Gráfico 20: Comparación de Resultados Obtenidos.....	123
Gráfico 21: Comparativo Final con Respecto a la Resistencia Mínima Estructural.	124

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Módulo de Fineza de Agregados Finos.....	58
Ecuación 2: Peso Unitario Suelto – Agregado Fino.....	59
Ecuación 3: Peso Unitario Compactado – Agregado Fino.....	60
Ecuación 4: Peso Específico de Masa – Agregado Fino.....	62
Ecuación 5: Peso Específico de masa saturado con superficie seca – Agregado Fino.....	63
Ecuación 6: Peso Específico Aparente – Agregado Fino.....	63
Ecuación 7: Absorción de Agregados Finos.....	63
Ecuación 8: Contenido de Humedad – Agregados Finos.....	65
Ecuación 9: Módulo de fineza del agregado grueso.....	67
Ecuación 10: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso.....	69
Ecuación 11: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso.....	70
Ecuación 12: Peso Específico de masa - Agregado Grueso.....	73
Ecuación 13: Peso Específico de masa saturada con superficie seca – Agregado Grueso.....	73
Ecuación 14: Peso Específico Aparente – Agregado Grueso.....	73
Ecuación 15: Absorción de Agregados Gruesos.....	74
Ecuación 16: Contenido de humedad - Agregado grueso.....	75
Ecuación 17: Factor cemento.....	105
Ecuación 18: Pesos corregidos de los agregados.....	106
Ecuación 19: Corrección de la cantidad de agua.....	106

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

En la ciudad de Cerro de Pasco normalmente se usa el concreto convencional como material principal para la ejecución de diferentes proyectos de construcción civil, fundamentalmente en los elementos estructurales y no estructurales que necesiten resistencia a la compresión, tracción y flexo compresión.

Debido a sus propiedades con respecto a los parámetros ya mencionados, el concreto se volvió un material fundamental en su aplicación en la construcción, a pesar de eso el concreto presenta una característica particular, puesto que para tener mayor resistencia debe tener mayor peso volviéndose un concreto pesado y de esta manera afectando a las cargas de peso que reciben las estructuras que son construidas con este material.

En vista de esto para poder aligerar el peso de las estructuras se podría combinar o adicionar algún material que redujera su peso sin afectar su resistencia.

Es por ello que surge la idea de reducir la densidad del concreto que a su vez reducirá su peso por estar relacionado directamente y para ello se propone las perlas de poliestireno expandido (EPS) ya que es un material que en los últimos años se ha venido combinando con el concreto demostrando su funcionalidad con este material.

El peso propio del concreto influye directamente en la carga muerta de las estructuras, como sabemos el peso depende directamente de la densidad, si se redujera esta densidad y no se afectaría a su resistencia, traería muchos beneficios ya que permitiría tener estructuras más ligeras y de menor costo.

Como se sabe actualmente la construcción en Perú está evolucionando y se están observando nuevas tecnologías en el rubro de la construcción es por ello que se da la necesidad de realizar esta investigación apoyándose de algunos antecedentes base de algunas universidades, sus repositorios y cualquier otro tipo de información relacionada frente a este tema de investigación.

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La delimitación de la investigación tuvo lugar en 3 aspectos los cuales se detallan a continuación.

1.2.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL

Los estudios se realizarán dentro de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión específicamente dentro de los ambientes del laboratorio de la E.F.P. de Ingeniería Civil.



Ilustración 1: Ubicación de la Undac

FUENTE: <https://www.google.es/maps>



Ilustración 2: Lab. de la E.F.P. de Ing. Civil

FUENTE: <http://undac.edu.pe/Civil/Escuela.html>

1.2.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El período en el que se desarrolló esta investigación se comprende entre los meses de septiembre a diciembre del 2019.

1.2.3 DELIMITACIÓN CONCEPTUAL

La información teórica que se obtuvo del concreto ligero es en su mayoría muy limitada ya que su uso no se realiza muy comúnmente en la ciudad de Cerro de Pasco, esto debido a que se prefiere usar el concreto convencional ya que no hay mano de obra calificada en el uso de este tipo de concreto y sus ámbitos de aplicación.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La tesis de investigación, busca responder a las interrogantes que se plantean a continuación; en el cuál están plasmados los problemas a nivel general y específico:

1.3.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influyen las perlas de poliestireno expandido (EPS) en la obtención de un concreto ligero de buena calidad en los Laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil, Pasco-2019?

1.3.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

- a) ¿Cómo elaborar un diseño de mezcla óptimo que me permita agregar perlas de poliestireno expandido EPS en un concreto convencional para hacerlo ligero?
- b) ¿Cómo influye el reemplazo del agregado grueso por las perlas de poliestireno expandido EPS en la resistencia a la compresión del concreto?
- c) ¿Qué propiedades adquiere el concreto ligero con perlas de poliestireno expandido EPS frente a un concreto convencional de igual resistencia?
- d) ¿Cómo evaluar el comportamiento del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido EPS frente a un concreto convencional en cuanto a su uso en la construcción?

1.4 FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

Los objetivos y/o propósitos del tema de investigación son los siguientes:

1.4.1 OBJETIVO GENERAL.

Determinar la influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en la obtención de un concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la Undac, Pasco – 2019.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- a) Elaborar un diseño de mezcla óptimo que me permita agregar perlas de poliestireno expandido EPS en un concreto convencional para hacerlo ligero.
- b) Determinar la influencia del reemplazo del agregado grueso por las perlas de poliestireno expandido EPS en la resistencia a la compresión del concreto.
- c) Determinar las propiedades que adquiere el concreto ligero con perlas de poliestireno expandido EPS frente a un concreto convencional de igual resistencia.
- d) Evaluar el comportamiento del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido EPS frente a un concreto convencional en cuanto a su uso en la construcción.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Como sabemos en el Perú el material principal que se usa en la construcción es el concreto convencional ya que nos ofrece muchas ventajas por sus múltiples características que nos favorecen al momento de construir o ejecutar algún proyecto, en consecuencia, el uso de este material viene a estar constantemente innovando ya que las empresas constructoras buscan darle el

máximo aprovechamiento de este material sin perder sus ventajas principales y de esta manera se van creando técnicas nuevas en el uso y empleo de este material.

En la actualidad como hemos estado viendo el teknopor ha ido demostrando que es un buen complemento para el concreto sobre todo cuando se trata de aligerar el peso de algunos elementos, este material se puede encontrar en forma suelta como perlas de poliestireno expandido EPS que está disponible en Perú.

Es por eso que al saber sus propiedades de cada material por separado nos vino la necesidad de investigar lo que sucedería y cómo afectaría en la Resistencia a la Compresión de un concreto al unir estos materiales mediante el diseño de mezcla, como sabemos las perlas EPS tienen la particularidad de tener densidades muy bajas y en tanto estaríamos hablando de un concreto ligero al momento de unir estos materiales.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- a) Poca información bibliográfica respecto al uso de las EPS en la elaboración de concretos ligeros con buena resistencia a la compresión en el Perú.
- b) Poca información sobre los porcentajes óptimos de sustitución de materiales que no afecten la calidad de un concreto ligero.
- c) La información obtenida en la presente investigación será válida para la región de Pasco, debido a que su estudio se realiza con canteras propias de la zona el cual otorga exclusividad y originalidad al tema de investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO

En los últimos años se ha visto como la industria de la construcción ha ido avanzando notablemente en el Perú ya que es un material que ha demostrado tener múltiples ventajas en el rubro, debido a eso se han hallado múltiples avances en la tecnología del concreto sacando el máximo provecho a este material.

Así, tenemos algunas investigaciones resaltantes que se hicieron relacionadas al tema de investigación que se citan a continuación:

ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

- TEMA** : ANÁLISIS DEL CONCRETO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO COMO ADITIVO PARA ALIGERAR ELEMENTOS ESTRUCTURALES.
- AUTOR** : Adán SILVESTRE GUTIÉRREZ
- PARA** : Optar título profesional de Ingeniero Civil.
- INSTITUCIÓN** : Universidad Libre Seccional Pereira
- PAÍS** : Colombia
- AÑO** : **2015**
- RESUMEN** : La investigación plantea la implementación del poliestireno expandido en el concreto por ser un material que posee una masa liviana debido al gran

volumen de aire encerrado en su estructura (98% de aire y 2% de material sólido)¹ generando una gran capacidad de aislamiento térmico, un bajo coeficiente de conductividad térmica, e impermeable a los líquidos. Además del bajo peso del poliestireno expandido se destacan sus propiedades físico-mecánicas, lo cual presenta una adecuada resistencia a la compresión, corte, flexión, tracción y una buena elasticidad; propiedades que son compatibles con los presentados en las mezclas de concreto buscando así una posible mejora en sus parámetros físicos-mecánicos.

TEMA : INFLUENCIA DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) EN EL PESO Y EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN.

AUTORES : Mónica Cristina LITUMA VICUÑA
Brigida Tatiana ZHUNIO CÁRDENAS

PARA : Optar título profesional de Ingeniero Civil.

INSTITUCIÓN : Universidad de Cuenca

PAÍS : Ecuador

AÑO : **2015**

RESUMEN : En los últimos años, la industria de la construcción ha introducido el uso de nuevos materiales como alternativas para la producción de hormigones

ligeros. Estos hormigones se caracterizan por ser más livianos comparados con un hormigón de peso normal (arena, cemento, grava y agua), lo cual puede inducir al uso de elementos con secciones más pequeñas y con ello una reducción en los gastos de transporte y montaje, provocando una disminución en los costos y tiempo de ejecución de obra. Uno de los materiales que ha sido empleado universalmente con este fin es el poliestireno expandido (EPS), el mismo se ha utilizado como sustituto tanto del árido grueso como del fino. Es por esto que, el objetivo de este Trabajo de Titulación es determinar la influencia del reemplazo de distintos porcentajes de arena por perlas de poliestireno expandido, en el peso (densidad) y en la resistencia a compresión del hormigón, para lo cual se realizaron ensayos a los 7, 14 y 28 días de edad con un enfoque a los resultados obtenidos a los 28 días de edad ya que a esta edad el hormigón alcanza cerca del 100% de su resistencia.

ANTECEDENTES NACIONALES:

TEMA : INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO SOBRE PESO UNITARIO, RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y

ASENTAMIENTO EN UN CONCRETO LIVIANO
ESTRUCTURAL PARA LOSAS ALIGERADAS,
TRUJILLO 2018.

AUTOR : Jorge Alex CHUQUILIN GARCÍA

PARA : Optar título profesional de Ingeniero Civil.

INSTITUCIÓN : Universidad Privada del Norte

AÑO : **2018**

RESUMEN : El siguiente trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Trujillo, en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte, y tuvo como objetivo general, determinar cómo influye las perlas de poliestireno sobre el peso unitario, resistencia a la compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas. Inicialmente se procedió a caracterizar los agregados, tanto el fino como el grueso, bajo las normas NTP. Seguido se procedió a elaborar el diseño de mezcla para un concreto con una resistencia de 210 kg/cm^2 a partir del método ACI 211. Para este trabajo se buscó obtener un concreto liviano estructural que pueda ser aplicado a losas aligeradas, para lo cual se sustituyó el agregado fino por porcentajes de 10%, 20%, 30%, 40% y 50% de perlas de poliestireno, en función del volumen. El asentamiento y el peso unitario se evaluaron al concreto en estado fresco, bajo las

normas NTP 339.035 y 339.046, y para la resistencia a la compresión, el concreto en estado endurecido, para lo cual, se hicieron probetas en moldes de 30 cm de altura y un diámetro de 15 cm. Para el concreto convencional, se obtuvo un asentamiento de 80 mm, un peso unitario de 2430 kg/m³ y una resistencia a compresión de 283 kg/cm². Por otro lado, el concreto con porcentajes de poliestireno, presentó reducciones en el peso unitario promedio y la resistencia a la compresión promedio, con respecto al concreto convencional, pero un aumento en el asentamiento promedio del 37.35% entre el concreto convencional y el concreto con perlas de poliestireno. (50%). El reemplazo óptimo se da en el 40% de perlas de poliestireno, donde se obtiene un asentamiento de 100 mm, un peso unitario de 2160 kg/m³ y una resistencia a compresión de 242 kg/cm². Se dice que es el óptimo debido que el asentamiento cumple para la construcción de losas aligeradas, ya que según Rivera (2013), el asentamiento permitido para la construcción de losas está en un rango de 50 mm y 100 mm, el peso unitario es menor al promedio del concreto convencional, por lo cual se considera ligero, ya que según Lituma y Zhunio (2015), nos indica que se considera un concreto ligero cuando su

peso unitario es menor al del concreto convencional, el cual está en un rango de 2200 kg/m³ y 2400 kg/m³; y la resistencia a compresión es estructural, esto según la norma E.060 Concreto Armado (2009), donde indica que la resistencia mínima de un concreto estructural es 210 kg/cm².

TEMA : RESISTENCIA DEL CONCRETO DE F'c = 210 Kg/cm² CON SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO GRUESO POR TECNOPOR EN 10% Y 15% - HUARAZ.

AUTOR : Henry Antonio VÁSQUEZ SALVADOR

PARA : Optar título profesional de Ingeniero Civil.

INSTITUCIÓN : Universidad San Pedro

AÑO : **2018**

RESUMEN : El propósito de la presente investigación fue determinar la resistencia a la compresión del concreto de f'c = 210 Kg/cm² con la sustitución del agregado grueso en un 10% y 15% por tekpor en la ciudad de Huaraz - 2017, el cual se realizó en la ciudad de Huaraz en el año 2017 - 2018, utilizando para ello agregados del río Santa (cantera de Tacllan), el tekpor se compró en la ciudad de Huaraz, el cemento utilizado fue portland tipo I, con el fin de encontrar diferentes alternativas de

materiales para ser aplicados en la elaboración del concreto disminuyendo el peso del mismo. En esta investigación se hizo la sustitución del agregado grueso por teknopor en porcentajes de 10% y 15 %, para lo cual se estudió las características físicas de los agregados (fino y grueso) consistente en su contenido de humedad, granulometría, gravedad específica y porcentaje de absorción, peso unitario suelto y compactado, todas estas características fueron realizados en el laboratorio de la Universidad San Pedro – Huaraz, así mismo se elaboraron probetas de concreto, los cuales fueron puesto a prueba a través de su resistencia a la compresión, resultando que la resistencia a la compresión del concreto patrón es superior en 2.85% al concreto experimental con la sustitución del agregado grueso por teknopor en un 10%; mientras que al concreto experimental con la sustitución del agregado grueso por teknopor en un 15% supera en un 5%.

TEMA : DISEÑO DE UN CONCRETO LIVIANO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA EJECUCIÓN DE LOSAS EN EL ASENTAMIENTO HUMANO AMAUTA – ATE – LIMA ESTE (2018).

AUTOR : Isau Jesús VERA PÚLIDO

PARA : Optar título profesional de Ingeniero Civil.

INSTITUCIÓN : Universidad Ricardo Palma

AÑO : **2018**

RESUMEN : La tesis “Diseño de un concreto liviano con poliestireno expandido para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta Ate - Lima este (2018)” con metodología de la investigación de tipo cuantitativa y cualitativa, con un diseño de la investigación de tipo experimental. El aumento de emigrantes a la capital de Lima y la necesidad de ocupar un lugar para la formación de nuevos hogares y mejorar su calidad de vida, viéndose obligados adquirir un espacio dónde habitar. La falta del poder adquisitivo los obligó a la construcción de viviendas inadecuadas. Según la estadística en el 2012 publicada por Banco Iberoamericano de Desarrollo, somos uno de los cuatro países con mayor valor porcentual, el 72% de nuestro país se encuentra sin un techo para vivir o habitan en viviendas de mala calidad, el concreto liviano con una dosificación adecuada puede servir como alternativa para la construcción de losas, por su baja densidad disminuyendo las cargas y proporcionando menor peso muerto a la vivienda. Se realizó el diseño de mezcla del concreto liviano con poliestireno

expandido para determinar las características del concreto liviano como la resistencia y el asentamiento. Se concluyó que el diseño de concreto liviano que presentó la menor densidad fue el diseño DPE-03 con una relación a/c: 0,56; con 0,8% de adición de perlitas de poliestireno; con un peso unitario de 1676 kg/m³ con una resistencia a la compresión de 123 kg/cm². El diseño de concreto liviano que presentó la mayor resistencia a la compresión, 276 kg/cm², fue el diseño DPEA-01: Relación a/c: 0,42; con 0,5% de adición de perlitas de poliestireno; 1% de aditivo Viscocrete 1110; con una densidad de 1999 kg/m³.

2.2 BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS

Base Científico:

El conocimiento de las propiedades del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido tiene como finalidad primordial, la de determinar, el diseño de la mezcla.

Para el proporcionamiento de los ingredientes de una mezcla de concreto se han sugerido muchos métodos dentro de los cuales se cuentan los analíticos, experimentales, semianalíticos y empíricos. Estos métodos han evolucionado desde los volumétricos arbitrarios (por ejemplo, mezclas 1:2:4) de comienzos

del presente siglo, al método de peso y volumen absoluto actual, propuesto por el ACI. El método americano ACI es el más conocido y ampliamente usado.

Se fundamenta en el principio básico de la relación agua/cemento desarrollado por Abrams. Consiste en seguir en forma ordenada una secuencia de pasos y determinar la cantidad de cada material en peso y en volumen, para 1 m³ de concreto. Sin embargo, el método ACI ha sido concebido de tal manera que el proporcionamiento de los agregados se hace teniendo en cuenta que estos cumplan con las recomendaciones granulométricas de la Norma ASTM C 33. Cuando las granulometrías no cumplan con lo establecido en ACI-211 es recomendable el procedimiento propuesto por la RNL de Gran Bretaña que consiste en hacer una optimización granulométrica. La práctica sugerida no pretende profundizar los principios en que se basó el método sino mostrar los diferentes pasos que deben seguirse, aplicando los conceptos estudiados en las prácticas anteriores.¹

2.2.1 DEFINICIÓN DEL CONCRETO

El concreto que conocemos normalmente el cual es denominado también hormigón, es un compuesto de elementos que vienen a ser una especie de pasta con agregados tanto finos como gruesos que me da origen a este material. Lo primero sucede cuando el agua se mezcla con el cemento dando origen a la pasta que también tienen múltiples usos, estos al combinarse con la aglomeración de agregados finos y gruesos dan como

¹ <https://www.academia.edu/12618294/cilindros?auto=download>

resultado lo que conocemos como concreto el cual al endurecerse tiene múltiples propiedades para el sector de la construcción.

2.2.2 COMPOSICIÓN DEL CONCRETO:

Este material (concreto) es una combinación de una serie de materiales principales los cuales son: cemento, agregado fino, agregado grueso, agua, aire y opcionalmente aditivos. Los cuales al juntarse se originan este material que pasa por una serie de estados que se derivan de sus materiales que lo componen y que al final resultan beneficioso en su característica principal (resistencia a la compresión). Los materiales que componen se detallan a continuación:

2.2.2.1 Cemento

Como sabemos es el componente principal del concreto el cual se mezcla con los demás para originar lo que se conoce como concreto. Es un material que gracias al agua se adhiere a los otros materiales para conformar el concreto. El cemento es una combinación de varios compuestos dentro de los cuales existen 4 que son principales y son:

- ✓ Silicato Dicálcico
- ✓ Silicato Tricálcico
- ✓ Aluminato Tricálcico
- ✓ Ferro Aluminato tetracálcico

NOMBRE	FÓRMULA	FÓRMULA DE ÓXIDOS	PORCIENTO
Silicato dicálcico	Ca_2SiO_4	$\text{SiO}_2 \cdot 2\text{CaO}$	32%
Silicato tricálcico	Ca_3SiO_5	$\text{SiO}_2 \cdot 3\text{CaO}$	40%
Aluminato tricálcico	$\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}$	10%
Ferroaluminato tetra cálcico	$\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2\text{O}_{10}$	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{CaO}$	9%
Sulfato de calcio ¹	CaSO_4		2-3%

Tabla 1: Componentes del Cemento

FUENTE: <https://sites.google.com/site/malaguaca/home/cemento-y-hormigon>

Entre otros más dan origen al cemento, los cuales tienen una participación en el proceso de hidratación que tiene el cemento al contacto con el agua, también debido a las variantes que se tiene el cemento tiene diversos tipos debido a la amplia aplicación y solicitudes que se tiene en el mundo de la construcción, existen 5 tipos que podemos encontrar en el Perú, estos son:

- **Tipo I**

Es el de tipo más común o el más utilizado ya que se usa en donde no haya solicitudes específicas para el concreto. Es el que tienen menor costo con respecto a los demás tipos y esto es debido a que los demás tipos sirven para ocasiones especiales.

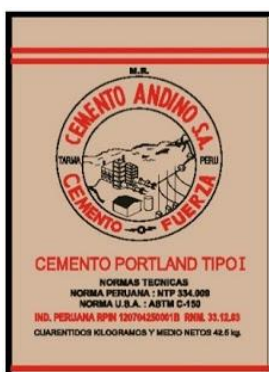


Ilustración 3: Cemento Portland Tipo I

FUENTE: Catálogo de Ventas Cemento Andino S.A.

- **Tipo II**

Es el cemento que tiene una resistencia media frente a los sulfatos y normalmente se utiliza en elementos que involucren la intervención con los suelos como las cimentaciones, ya que es en los suelos el lugar más común donde se encuentran concentraciones de sulfatos como también en las aguas subterráneas, pero normalmente se presentan más casos en los suelos debido a su variedad de compuestos.



Ilustración 4: Cemento Portland Tipo II

FUENTE: Catálogo de Ventas Cemento Andino S.A.

- **Tipo III**

El tipo III de cemento tiene una particularidad la cual es que su resistencia se desarrolla muy rápido entre los 3 a 7 días de aplicación. Normalmente se utiliza en necesidades específicas en los cuales se requiera este tipo de particularidad en las construcciones. Una de sus características de reconocer es que es más fino que los otros tipos.



Ilustración 5: Cemento Tipo III

FUENTE: Catálogo de Ventas Cemento Pacasmayo

- **Tipo IV**

El tipo IV de cemento tiene otra particularidad distinta el cual es que posee un bajo calor de hidratación, el cual sucede al juntarse con el agua, su uso se da comúnmente cuando se desarrolla un gran volumen de vaciado en algunas construcciones.



Ilustración 6: Cemento Tipo IV

FUENTE: Catálogo de Ventas Cemento Pacasmayo

- **Tipo V**

El tipo V de cemento normalmente es una variante del tipo II ya que en este caso se utiliza cuando se requieren alta resistencia a los sulfatos, normalmente su uso se da en zonas costeras cercanas al mar ya que debido al mar hay una notable presencia de agentes salinos en el suelo. Aunque normalmente si se dan estos casos se utilizan el cemento puzolánico o IP, el cual tienen mejores características y propiedades frente al ataque de sulfatos y algunos cloruros, relevando de esta manera a este tipo de cemento.



Ilustración 7: Cemento Portland Tipo V

FUENTE: Catálogo de Ventas Cemento Andino S.A.

A parte de estos tipos de cemento, también se hay variantes especiales que normalmente son producidos en el extranjero y que se utilizan en casos especiales dentro de estos tenemos Cementos Hidráulicos de Escoria, Cementos Portland Modificados, etc.

2.2.2.2 Agregado Fino

La arena, agregado fino o árido fino se refiere a la parte del árido o material cerámico inerte que interviene en la composición del concreto u hormigón.²

“Agregado artificial de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037.” (NORMA TÉCNICA PERUANA, 2008)



Ilustración 8: Agregado Fino de Cantera Cochamarca

FUENTE: Propia

2.2.2.3 Agregado Grueso

La grava o agregado grueso es uno de los principales componentes del hormigón o concreto, por este motivo su calidad es

² [https://es.wikipedia.org/wiki/Arena_\(concreto\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Arena_(concreto))

sumamente importante para garantizar buenos resultados en la preparación de estructuras de hormigón.³

El agregado grueso estará formado por roca o grava triturada obtenida de las fuentes previamente seleccionadas y analizadas en laboratorio, para certificar su calidad. El tamaño mínimo será de 4,8 mm. El agregado grueso debe ser duro, resistente, limpio y sin recubrimiento de materiales extraños o de polvo, los cuales, en caso de presentarse, deberán ser eliminados mediante un procedimiento adecuado, como por ejemplo el lavado.⁴

“Agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (Nº 4) que cumple los límites establecidos en la NTP 400.037, proveniente de la disgregación natural o artificial de la roca.” (NORMA TÉCNICA PERUANA, 2008)



Ilustración 9: Agregado Grueso de Cochamarca

FUENTE: Propia

³ [https://es.wikipedia.org/wiki/Grava_\(hormig%C3%B3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Grava_(hormig%C3%B3n))

⁴ [https://es.wikipedia.org/wiki/Grava_\(hormig%C3%B3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Grava_(hormig%C3%B3n))

2.2.2.4 Agua

El agua, considerada como materia prima para la confección y el curado del concreto u hormigón debe cumplir con determinadas normas de calidad. Las normas para la **calidad del agua** son variables de país a país, y también pueden tener alguna variación según el tipo de cemento que se quiera mezclar.⁵

Según la NTP 339.088, el agua es un componente que se utiliza para generar las reacciones químicas en los cementantes del concreto hidráulico o del mortero de cemento Portland.⁶

Por último, el agua que se utilice en la producción de concreto nos dicen que: “... *debe ser potable, y que no tenga contenido de sales, ácidos, álcalis y materias orgánicas. Además de que su función como hidratante nos ayudará a mejorar la trabajabilidad de la mezcla.*” (GUEVARA, 2015)



Ilustración 10: Agua para mezclado

FUENTE: Propia

⁵ [https://es.wikipedia.org/wiki/Agua_\(concreto\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Agua_(concreto))

⁶ <https://prezi.com/fwacpsan4dji/requisitos-de-calidad-del-agua-para-el-concreto/>

2.2.2.5 Aditivos

Los aditivos para hormigón (concreto) son componentes de naturaleza orgánica (resinas) o inorgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados en estado fresco. Se suelen presentar en forma de polvo o de líquido, como emulsiones.⁷

En la norma E – 060 Concreto Armado nos indica lo siguiente:

Sustancia añadida a los componentes fundamentales del concreto, con el propósito de modificar algunas de sus propiedades. (NORMA ITINTEC 339.086).

También nos defines los tipos que tenemos estos son:

- ✓ Acelerantes. - Sustancia que al ser añadida el concreto, mortero o lechada, acorta el tiempo de fraguado y/o incrementa la velocidad de desarrollo inicial de resistencia.
- ✓ Retardador. - Aditivo que prolonga el tiempo de fraguado. **NORMA ITINTEC 339.086.**
- ✓ Incorporador de aire. - Es el aditivo cuyo propósito exclusivo es incorporar aire en forma de burbujas esferoidales no coalescentes y uniformemente distribuidas en la mezcla, con la finalidad de hacerlo principalmente resistente a las heladas.

(NORMA E - 060, 2006)

⁷ https://es.wikipedia.org/wiki/Aditivos_para_hormig%C3%B3n

2.2.3 PROPIEDADES DEL CONCRETO

El concreto tienen dos estados principales, el estado fresco y sólido, en los cuales cada uno tiene sus propiedades particulares que lo definen debido al uso que se le da y a su comportamiento. (GUEVARA, 2015)

2.2.3.1 Concreto fresco

En este estado el concreto las propiedades principales del concreto son:

2.2.3.1.1 Trabajabilidad

Se entiende a la trabajabilidad del concreto como el esfuerzo requerido para transportar, colocar, compactar y darle acabado al concreto en estado fresco. La trabajabilidad del concreto normalmente está ligada a la fluidez o consistencia que se mide a través de la prueba de revenimiento (Cono de Abrahams). Por lo regular se considera que un concreto más fluido es más trabajable y uno con menos fluidez tiene menos trabajabilidad.⁸



Ilustración 11: Ensayo de Cono de Abrahams

FUENTE: Propia

⁸ <http://cemexparaindustriales.com/trabajabilidad-concreto-normal/>

2.2.3.1.2 Sangrado

El Sangrado es una forma de segregación en la cual una parte del agua de la mezcla tiende a elevarse a la superficie de un concreto recién colado.⁹

Es provocado por el asentamiento de los materiales. Además, se presenta cuando dichos materiales del concreto no pueden retener toda el agua de la mezcla cuando se mezclan sus componentes. También es consecuencia del efecto combinado de la vibración durante la compactación y de la gravedad.¹⁰



Ilustración 12: Tipo leve de Sangrado

FUENTE: Propia

2.2.3.1.3 Tiempo de Fraguado

El fraguado es el proceso de endurecimiento o pérdida de plasticidad del concreto el cual se produce por la desecación y

⁹ https://prezi.com/warge_ny1g6l/sangrado-del-concreto/

¹⁰ https://prezi.com/warge_ny1g6l/sangrado-del-concreto/

recristalización de los hidróxidos metálicos que tiene la mezcla¹¹, normalmente se puede medir mediante la aguja de Vicat el cual es un aparato de medición de dureza.



Ilustración 13: Inicio del Fraguado

FUENTE: Propia

2.2.3.2 Concreto Endurecido

Es el estado en el cual el concreto ya ha terminado su proceso de fraguado y se encuentra en estado sólido las propiedades que cuenta en este estado son:

2.2.3.2.1 Resistencia

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi). El ensayo universalmente conocido para determinar la resistencia a la compresión, es el ensayo sobre

¹¹ <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Fraguado>

probetas cilíndricas elaboradas en moldes especiales que tienen 150 mm de diámetro y 300 mm de altura.¹² La norma NTP 330.034 - 2008 es la que rige el procedimiento de elaboración y ensayo de resistencia a la compresión respectivamente.



Ilustración 14: Ensayo de Resistencia por Rotura

FUENTE: Propia

2.2.3.2.2 Impermeabilidad

Es la capacidad que posee un material para resistir el paso de los fluidos; en sí, es la capacidad de prevenir el paso del agua dentro de las instalaciones. La realización de las estructuras hecho a prueba de agua no sólo es importante para preservar los edificios de la entrada

¹² <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion>

de agua, sino también y sobre todo para reducir la entrada de agentes que degradan el concreto y así prolongar la vida útil de la estructura.¹³



Ilustración 15: Impermeabilidad en el agua

FUENTE: Propia

2.2.3.2.3 Estabilidad de Volumen y control de fisuración

El concreto en su etapa de transición desde el estado fresco al estado sólido sufre un constante cambio con respecto a su volumen y este se ve influenciado por la temperatura, humedad o algún otro esfuerzo los cuales lo pueden dilatar o contraer. Debido a eso se producen fisuras internas como externas el cual es algo común al no haber una solución definitiva se opta por controlarlas mediante juntas que proporcionan espaciamentos en los cuales se contraerán las fisuras.

¹³ <https://impermeabilizaciondelconcreto.wordpress.com/2017/01/04/mecanismos-de-impermeabilidad-del-concreto/>



Ilustración 16: Control de Volumen

FUENTE: Propia

2.2.3.2.4 Durabilidad

El ACI define la durabilidad del concreto de cemento Pórtland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto.¹⁴



Ilustración 17: Cilindro de Concreto Expuesto

FUENTE: Propia

¹⁴ <https://civilgeeks.com/2011/12/11/durabilidad-del-concreto/>

2.2.4 CONCRETO LIGERO

El concreto ligero (liviano) estructural es un concreto similar al concreto de peso normal, excepto que tiene una densidad menor. Se lo produce con agregados ligeros (concreto totalmente ligero) o con una combinación de agregados ligeros y normales. El término “peso ligeroarena” se refiere al concreto ligero producido con agregado grueso ligero y arena natural.¹⁵

Se denomina concreto ligero u hormigón ligero a aquellos concretos cuya densidad es menor que la del concreto convencional o tradicional. La densidad de un concreto ligero puede variar de 300 kg/m³ a 2000 kg/m³ en comparación con el concreto convencional que tiene una densidad de alrededor de 2300 kg/m³ a 2400 kg/m³. (CHICO, 2017)

La normativa ACI 213R – 14 tal y como nos indica en la tesis citada anteriormente nos menciona que el concreto ligero se clasifica en base a su densidad y aplicación que se muestra en los siguientes incisos:

a) **Concreto de baja densidad**

Es un concreto liviano el cual comprende una densidad baja producto de sus materiales que también deben ser de densidad baja y con alto volumen de vacíos y de esta manera dar origen a este tipo de concreto.

¹⁵ <https://civilgeeks.com/2011/09/22/concreto-ligero/>

“Este concreto de peso ligero tiene una densidad comprendida entre 300 kg/m³ - 1000 kg/m³. Este tipo de concreto se utiliza para partes no portantes de un edificio, tales como aislamientos y particiones. La resistencia de este concreto es inferior a 7 MPa y los áridos o agregados utilizados más comúnmente son vermiculita y perlita.” (CHICO, 2017)

b) Concreto de densidad media

Es un concreto que una densidad mayor al de densidad baja conserva algunas propiedades fundamentales que lo permiten estar en una zona intermedia el cual le permitirá trabajar como concreto estructural solo en algunas ocasiones y como un concreto normal para elementos portantes en otras.

“Este tipo de concreto tiene una densidad de alrededor de 1000 kg/m³ - 1600 kg/m³. Los áridos que mayormente se utilizan para este concreto son la piedra pómez y escoria. Este tipo de concreto es generalmente un producto cementoso que puede ser utilizado como un material de soporte de carga. La resistencia mínima de este tipo de concreto es de alrededor de 17 MPa.” (CHICO, 2017)

c) Concreto de alta densidad

Es el concreto de mayor densidad y que se encuentra en la zona de uso en elementos estructurales ya que presenta una alta

resistencia a la compresión el cual le permite soportar cargas estructurales y por ende trabajar en los elementos que estas la soliciten.

“El rango de densidad de este tipo de concreto oscila entre 1600 kg/m³ a 2200 kg/m³ y cuyo uso es estructural, es decir se utiliza para elementos de soporte de cargas. Los agregados utilizados para la fabricación de este tipo de concreto ligero son principalmente escoria expandida, ceniza volante y la pizarra.”
(CHICO, 2017)

2.2.4.1 Métodos de obtención del concreto ligero

Para elaborar un concreto ligero existen diferentes tipos de métodos de elaboración, pero eso no quiere decir que nos conlleve a un tipo de concreto ligero en específico, normalmente se realizan utilizando variantes de los elementos del concreto convencional en el diseño de mezcla, los métodos más comunes que se pudieron hallar son los siguientes:

a) Concreto celular

Es una mezcla que se compone de material silíceo pulverizado (arena, escoria o ceniza volante), cemento y/o cal, agua y aditivo incluso de aire como, por ejemplo, el polvo de aluminio. Este, al reaccionar químicamente con el agua alcalina, produce hidrógeno y expande el mortero a medida que se forman

macroporos de diámetro entre 0,5 y 1,5 mm. Posteriormente se cura el material con vapor bajo presión (autoclave) por un periodo de 6 a 12 horas, usando una temperatura de 190 °C y una presión de 1,2 MPa. Esto forma una matriz de mortero endurecido que consiste esencialmente en silicatos de calcio hidratados.¹⁶



Ilustración 18: Concreto Celular

FUENTE: https://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n_celular

b) Concreto con agregados livianos

Es un concreto en el cual sus conglomerantes han sido reemplazados total o parcialmente por algún tipo agregado liviano equivalente como pueden ser escorias, arcillas expansivas, piedras pómez u otro agregado de origen natural con una baja densidad, o como en este caso el cual será el tema de

¹⁶ <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoryid/168/categoryname/innovacion-y-tendencias/propiedades-aplicaciones-del-concreto-celular>

investigación principal se pueden reemplazar por agregados artificiales de baja densidad como las EPS (Esferas de Poliestireno Expandido) u otro material que tenga y proporcione una baja densidad.



Ilustración 19: Concreto con agregados livianos

FUENTE: <http://blogguenuevo.blogspot.com/2016/03/concretos-livianos.html>

c) Concreto sin finos

El concreto sin finos es un concreto con poco o nada de agregado fino, y esto es debido a su uniformidad en su volumen de vacíos normalmente está compuesto por pasta y agregado grueso.



Ilustración 20: Concreto sin finos

FUENTE: <https://www.allanblock.com/espa%C3%B1ol/concreto-sin-finos.aspx>

2.2.5 PERLAS DE POLIESTIRENO O ESFERAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

2.2.5.1 Definición

El poliestireno expandido es un material plástico espumado, derivado del poliestireno. Tiene diversos usos tales como el producir envases, aditamentos de construcción o tablas de surf accesibles a bajo costo.¹⁷



Ilustración 21: Perlas de Polipropileno Expandido (EPS)

FUENTE: Propia

2.2.5.2 Aplicaciones

Su cualidad más destacada es su higiene al no constituir sustrato nutritivo para microorganismos. Es decir, no se pudre, no se enmohece ni se descompone, lo que lo convierte en un material idóneo para diferentes tipos de aplicaciones.

¹⁷ https://es.wikipedia.org/wiki/Poliestireno_expandido

Como se sabe el poliestireno es muy aplicativo en el rubro de la construcción ya que comúnmente es utilizado como aligerante o como aislante térmico en edificaciones y en obras civiles, también en fachadas, cubiertas, molduras, suelo, etc. En algunos países cuentan con sus propios reglamentos en la construcción como es el caso de Europa.



Ilustración 22: Aplicación en el concreto

FUENTE: Propia

2.2.5.3 Características del poliestireno como agregado

Las características del poliestireno que nos servirán de dato para aplicarlo como agregado nos detalla (Alex, 2018), en su tesis citada y nos da a conocer lo siguiente:

- a) *Porosidad / compacidad: 1 cm³ de poliestireno expandido contiene de 3 a 6 millones de celdillas, cerradas y no conectadas, llenas de aire. Es entonces un material muy poroso, pero cuya característica principal reside en estas celdillas cerradas y no conectadas.*
- b) *Dureza / Blandura: Debido a su porosidad y al material polímero que rodea las celdillas, es compresible con los dedos. Es entonces un material blando y de buena elasticidad.*

- c) *Densidad / Peso específico: Debido al volumen que representan las celdillas de aire (alcanzan hasta un 97%), es un material de muy baja densidad y muy bajo peso específico. El peso específico es función de la duración del calentamiento en el proceso de pre expansión.*
- d) *Densidad: 10 kg/m³.*
- e) *Forma: Las perlitas son de forma esférica. Si el material proviene del reciclado (o bien se desgrano una plancha de EPS) entonces son de forma irregular.*
- f) *Color: Son de color blanco.*
- g) *Lisura o rugosidad superficial: En este aspecto reside uno de los grandes problemas de las perlitas de EPS. La superficie de la perlita es casi perfectamente lisa lo que afecta considerablemente la adherencia de la pasta de cemento y agua, a la misma, a la hora de mezclar los componentes del hormigón. Esto sumado a la baja densidad de la perlita hacen que alguna de ellas se “floten” en la mezcla intima, generando así un esqueleto granular defectuoso.*
- h) *Otro aspecto que aporta a este fenómeno es la poca trabazón entre perlitas debido a su forma perfectamente esférica.*
- i) *Absorción: Gracias a la conformación del EPS (celdillas de aire cerradas y no conectadas entre sí) el material es de muy baja absorción.*
- j) *Tamaños comerciales (granulometría): Granulometría variable entre 2 y 8 mm.*
- k) *Posibilidad de reciclado*



Ilustración 23: Reemplazo del Agregado por las perlas de Poliestireno

FUENTE: Propia

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

✓ **Concreto fresco.** –

Se denomina así al concreto en su etapa inicial cuando se encuentra en su máxima fluidez y aún no inicia con su proceso de endurecimiento o fraguado debido a su alta trabajabilidad es beneficioso al momento de amoldarse a cualquier tipo de recipiente que lo contenga ya sea encofrados, probetas para ensayos de rotura, cono de Abrahams, etc. Normalmente en esta etapa se lleva a cabo el vibrado para que se homogenice al momento de fraguar y pasar al estado endurecido.



Ilustración 24: Concreto en Estado fresco

FUENTE: Propia

✓ **Concreto endurecido.** –

Es la etapa en la cual el concreto ya pasó por su etapa de endurecimiento o fraguado, en este estado ya cuenta con dureza y rigidez y también tendrá la característica principal el cual es la resistencia a la compresión la cual será definida de acuerdo al tiempo de fraguado que lleva el cual se podrá determinar con un ensayo de rotura de probeta.



Ilustración 25: Concreto en Estado endurecido.

FUENTE: Propia

✓ **Elevada fluidez.** –

Es una propiedad del concreto fresco y se basa en la cantidad de slump que tiene este en ese estado normalmente al ser elevada se encuentra mayor a las 4" que se miden en el ensayo del Cono de Abrahams.



Ilustración 26: Ensayo de Slump de alta fluidez.

FUENTE: Propia

✓ **Perlas de Poliestireno Expandido. –**

Son perlas o esferas derivadas del poliestireno las cuales tienen una baja densidad con respecto a otros materiales que se pueden involucrar como agregado en el concreto, normalmente sirve como aligerante o aislante dependiendo del uso que se le quiera dar en el sector de la construcción.



Ilustración 27: Perlas de Poliestireno Expandido.

FUENTE: Propia

2.4 FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

La influencia de las perlas de poliestireno expandido EPS en la obtención de un concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC nos determina si su uso es factible en diferentes ámbitos del sector construcción sin afectar a su calidad.

2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- a) Si elaboramos un diseño de mezcla óptimo, reemplazando el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido EPS se obtendrá un concreto ligero de buena calidad.

- b) Si determinamos la influencia que tiene el reemplazo de las perlas de poliestireno expandido por el agregado grueso en su peso y resistencia a la compresión podremos obtener los tipos de uso que se le puede dar en la Región Pasco al concreto ligero.
- c) Si determinamos las propiedades que adquiere el concreto ligero frente a un concreto convencional, obtendremos no solo un concreto ligero de buena calidad sino también determinaremos sus usos aplicativos en la Región Pasco.
- d) Si evaluamos el comportamiento del concreto ligero no solo obtendremos un concreto ligero de buena calidad sino también daremos correcto uso de sus aplicaciones en el sector construcción.

2.5 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- a) Perlas de poliestireno expandido en el diseño de mezcla.

2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- a) Resistencia a la compresión del concreto ligero.

2.5.3 VARIABLE INTERVINIENTE

- a) Realizar una correcta dosificación en la elaboración del concreto.

2.6 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

ORGANIZACIÓN DE LAS VARIABLES		
VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
<p><u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u></p> <p>a) Perlas de poliestireno expandido en el diseño de mezcla.</p>	<p><u>Indicadores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dosis de las EPS (%) - Densidad de las EPS - Peso de las EPS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 0-100% ✓ Normas ✓ Características físicas ✓ Características químicas
<p><u>VARIABLE DEPENDIENTE</u></p> <p>a) Resistencia a la compresión del concreto ligero.</p>	<p><u>Indicadores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la compresión. - Densidad - Peso unitario - Evaluación del comportamiento. - Aplicación 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consistencia(slump) ✓ Contenido de aire ✓ Ensayo a la compresión.
<p><u>VARIABLE INTERVINIENTE</u></p> <p>a) Realizar una correcta dosificación en la elaboración del concreto.</p>	<p><u>Indicadores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Proporciones de los materiales. - Cantidad de aditivo (Opcional) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dosificaciones por pie cúbico ✓ 0-10% de aditivo

Tabla 2: Operacionalización de Variables

FUENTE: Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación tendrá una clasificación de acuerdo a sus alcances que podemos tener estos son:

a) **SEGÚN SU FINALIDAD:**

De acuerdo a su finalidad el tipo de investigación será **APLICADA** ya que tiene la intención de querer mejorar o contribuir con un nuevo tipo de conocimiento en la ciudad de Cerro de Pasco.

b) **SEGÚN SU CARÁCTER:**

De acuerdo a su carácter el tipo de investigación será **CORRELACIONAL** ya que vamos a comparar diferentes conceptos a partir de los nuevos tipos de diseño de mezcla para cada dosificación diferente.

c) **SEGÚN SU NATURALEZA O ENFOQUE:**

De acuerdo a su naturaleza o enfoque el tipo de investigación será **CUANTITATIVA** ya que se trabajará con datos reales obtenidos en el proceso para determinar la factibilidad de la hipótesis.

d) **SEGÚN SU ALCANCE TEMPORAL:**

De acuerdo a su alcance temporal el tipo de investigación será **TRANSVERSAL** ya que nos centraremos en la comparación de sus características de diferentes especímenes (Probetas de Concreto) en un mismo proceso.

e) **SEGÚN SU ORIENTACIÓN QUE ASUME:**

Según su orientación el tipo de investigación será **ORIENTADA AL DESCUBRIMIENTO** porque se interpretará datos a partir fenómenos ocasionados.

3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El método que se usará será el **ESTADÍSTICO - DESCRIPTIVO** ya que se realizarán pruebas la cuales se describirán, analizarán, organizarán y por último se clasificarán los resultados para determinar sus propiedades particulares que tuvo cada espécimen, todo este proceso comprenderá 4 fases a lo largo de su elaboración y serán:

1° FASE:

Se desarrollará en el laboratorio y serán los trabajos que impliquen el análisis y ensayos de los materiales para determinar sus características y propiedades que deben ser realizados siguiendo la normativa peruana ya que esto implicará directamente en nuestros diseños de mezclas a elaborar.

2° FASE:

Lo siguiente será elaborar los diseños de mezcla con los datos que se obtuvieron en la fase anterior, siguiendo el método ACI ya que es el método que más se utiliza para este tipo de trabajos.

3° FASE:

Implicará la dosificación de los materiales y su elaboración de las probetas usando los materiales que se ensayaron y siguiendo el diseño de mezcla planteado por el Tesista y su posterior certificación por el encargado de laboratorio para validar el proceso.

4° FASE:

Se procede a elaborar los especímenes y dejarlos reposando en agua para sus ensayos a compresión en los días 7, 14 y 28 días después del vaciado, y ya con esos datos elaborar el informe final.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño que se utilizará en la investigación será de carácter **CUASI EXPERIMENTAL** ya que relacionaremos las variables de las cuales tendrán un carácter en particular y que al final se compararán para dar la conclusión final a la hipótesis, para esto seguiremos un procedimiento tal y como se indica en el siguiente esquema:

OG -----> HG -----> CG

OG : OBJETIVO GENERAL
HG : HIPÓTESIS GENERAL
CG : CONCLUSIÓN GENERAL

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

La población para la investigación serán las probetas de concreto elaborada con los múltiples diseños de mezcla que se elaborarán en los Laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la Undac.

3.4.2 MUESTRA

Serán un total de 30 muestras de concreto ligero con EPS que se elaborarán según las normas y reglamentos de un concreto convencional para su posterior análisis.

CANTIDAD DE PROBETAS ELABORADAS CON DIFERENTES PORCENTAJES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)				
Edades EPS Incorp.	7 días	14 días	28 días	Total de Probetas
Grupo 1 (0%)	2	2	2	6
Grupo 2 (25%)	2	2	2	6
Grupo 3 (50%)	2	2	2	6
Grupo 4 (75%)	2	2	2	6
Grupo 5 (100%)	2	2	2	6
				30

Tabla 3: Cantidad de Muestras

FUENTE: Propia

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1 TÉCNICAS

Las principales técnicas que utilizaré en la investigación es:

- a) **ANÁLISIS DE DISEÑOS ENSAYADOS.** - Se elaborará una serie de diseños de mezcla con distintas proporciones de EPS en reemplazo del agregado, tomando como base el diseño de mezcla de un concreto convencional, estos diseños se realizarán con Hojas de

Cálculo y su análisis también será desarrollado con más Hojas de Cálculo Excel.

- b) **ANÁLISIS DOCUMENTAL.** - Se usará este análisis como como una investigación de base primaria, también analizaremos y/o nos referenciaremos de estudios relacionados como los antecedentes teniendo como procedimiento: Acopio bibliográfico, lectura de la bibliografía respectiva, análisis y resumen.
- c) **ENTREVISTA.** - Permite conocer la opinión de personas con amplia experiencia en el campo de la construcción civil y si es o no factible el uso del material EPS que se está estudiando en esta investigación.

3.5.2 INSTRUMENTOS

Los principales instrumentos que utilizare en la investigación son:

- Probetas estandarizadas



Ilustración 28: Probetas estandarizadas.

FUENTE: Propia

- Equipo para ensayo de resistencia a la compresión.



Ilustración 29: Equipo de rotura de probetas.

FUENTE: Propia

- Mezclador de concreto (Trompo mecánico)



Ilustración 30: Trompo de mezclado.

FUENTE: Propia

- Hojas de cálculo Excel

DATOS DE LA MUESTRA							
MUESTRA	AGREGADO FINO	N° DE ENSAYO		1		Peso inicial seco : 3000.00 g	
TAMIZ	ASPECTO-ZF (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUMO NTP 495.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
N° 4	4.750	76.40	2.5	2.55	97.45	96	Tamaño máximo *
N° 8	2.380	59.26	2.0	4.52	95.48	80	Tamaño Máximo Nominal *
N° 16	1.190	400.34	13.3	17.87	82.13	50	Modulo de Fineza = 2.56
N° 30	0.595	1079.04	36.0	53.86	46.14	25	OBSERVACIONES:
N° 50	0.297	817.66	27.3	81.12	18.88	5	
N° 100	0.148	452.76	15.1	96.21	3.79	0	
FONDO	0.000	113.64	3.8	100.00	0.00		

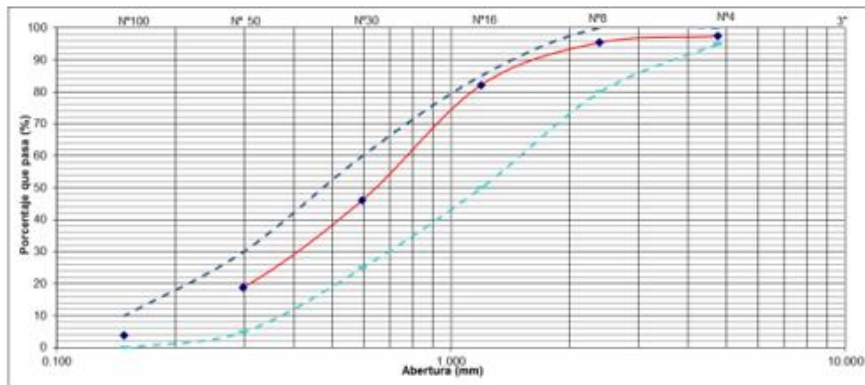


Ilustración 31: Hojas de cálculo para los ensayos.

FUENTE: Propia

- Laptop para procesar los datos obtenidos



Ilustración 32: Laptop para procesar los datos.

FUENTE: Propia

- Serie de tamices



Ilustración 33: Serie de tamices para granulometría.

FUENTE: Propia

- Cono de Abrams



Ilustración 34: Cono de Abrahams

FUENTE: Propia

- Horno



Ilustración 35: Horno para secado de los agregados.

FUENTE: Propia

- Balanza



Ilustración 36: Balanza electrónica.

FUENTE: Propia

- Proctor



Ilustración 37: Proctor

FUENTE: Propia

- Cualquier otro material necesario para la investigación.

3.6 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS:

Los datos se obtendrán mediante análisis y ensayos normados los cuales serán de carácter experimental.

Para iniciar el procedimiento lo ordenaremos de acuerdo a las etapas en las que se realizarán, los materiales que involucrará y como se recolectará los datos de información de acuerdo a la Normativa Peruana.

1° ETAPA: Análisis y Ensayos de los Materiales a Utilizar.

En esta etapa se realizarán los ensayos de acuerdo a las N.T.P. (Normas Técnicas Peruanas) y también con sus relacionadas ASTM (American Society

of Testing Materials) de los materiales para verificar su condición óptima y sus datos que serán utilizado en el diseño de mezcla, para un mejor registro de datos se seguirán los pasos con el manual que se rige por estas normas el cual es el Manual de Ensayo de Materiales y pues estos serán:

3.6.1 MUESTREO (N.T.P. 400.010, ASTM E 105)

Es la reducción de las muestras obtenidas en el campo a los tamaños de muestras requeridas para los ensayos, empleando procedimientos que minimizan la variación en la medición de las características entre las muestras de ensayo y las muestras de campo.¹⁸

Para este tipo de estudio se realizará el muestreo TIPO B.

El cual consiste en usar un cucharón metálico o cualquier otro material que nos sirva para esparcir la muestra uniformemente sobre una lona y luego realizar el cuarteo para después seleccionar dos cuartas partes opuestas entre sí.

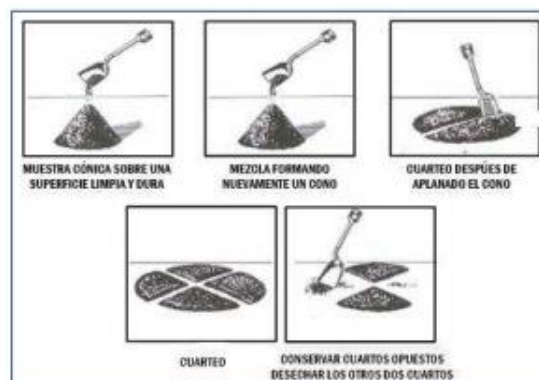


Ilustración 38: Muestreo Tipo B

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales

¹⁸ Manual de Ensayo de Materiales – pg.24

3.6.2 ANÁLISIS Y ENSAYOS DE LOS AGREGADOS

3.6.2.1 Agregado Fino

3.6.2.1.1 Granulometría (N.T.P. 400.012, ASTM C136)

El agregado pasará por una serie de tamices que le corresponde a su clasificación de agregado fino es decir desde la malla N° 4 a la N° 100 para separar la cantidad en cada una de las series de los tamices, con estos datos se elaborarán los datos posteriores ya que este ensayo da inicio de los ensayos de los agregados.

MATERIALES A USAR:

- ✓ Balanzas
- ✓ Tamices
- ✓ Agitador Mecánico de tamices
- ✓ Horno

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se realiza el muestre de acuerdo a la norma 400.010 y la cantidad debe ser como se indica en tal norma y luego se seca por 24 horas a una temperatura de 110 °C.
- ✓ La cantidad óptima para el agregado fino será de 300 g mínimo, para nuestros estudios usaremos 2.5 kg para un mejor análisis.
- ✓ Colocar la serie de tamices necesarios para el ensayo y colocar un último tamiz de fondo sin ninguna ranura ya que ahí ira los sedimentos que sobren.
- ✓ Colocar la muestra sobre el tamiz superior y cerrar con su tapa de tamices.

- ✓ Finalmente colocar la muestra en la máquina tamizadora y esperar el tiempo óptimo en la que se encuentra calibrado la máquina.
- ✓ Una vez terminado pesar las muestras retenidas en cada uno y elaborar el cuadro de datos para su posterior análisis.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μm (No. 30)	25 a 60
300 μm (No. 50)	05 a 30
150 μm (No. 100)	0 a 10

Tabla 4: Granulometría de Agregado Fino

FUENTE: N.T.P. 400.037

3.6.2.1.2 Módulo de Fineza (N.T.P. 400.011)

Se realiza con los datos obtenidos en el ensayo interior, básicamente se usan los porcentajes acumulados retenidos con respecto al peso total de la muestra.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Hojas Excel
- ✓ Laptop

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se seleccionan los datos de los porcentajes de los pesos retenidos acumulados en los tamices 3/8", 4, 8, 16, 30, 50, y 100 sumar esos datos y dividirlos entre 100, eso nos indica la N.T.P. 400.011.

- ✓ Finalmente establecer el rango en el que se encuentra y dar el valor dado.

$$MF = \frac{(\sum \% \text{ retenido en las mallas } 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$

Ecuación 1: Módulo de Fineza de Agregados Finos

FUENTE: Fórmula Descrita en la N.T.P. 400.012

3.6.2.1.3 Tamaño Máximo (N.T.P. 400.037)

Para el caso de agregado fino este dato no es tan relevante, ya que se utilizará el tamaño máximo del agregado grueso para el método **ACI**.

3.6.2.1.4 Tamaño Máximo Nominal (N.T.P. 400.037)

El tamaño máximo es simplemente el dato que corresponde al tamiz que realiza el primer retenido en el análisis granulométrico, debido a esto no es necesario de ningún procedimiento complejo.

3.6.2.1.5 Peso Unitario Suelto Seco (N.T.P. 400.017)

Es un ensayo que nos permite determinar la relación entre el peso de la muestra y un volumen dado sin ningún tipo de compactación, este dato será necesario para el diseño de mezcla por lo que es necesario su desarrollo.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Balanza
- ✓ Recipiente de medida

- ✓ Pala de mano
- ✓ Regla o cinta métrica

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se pesa el recipiente y se calcula su volumen de capacidad interior.
- ✓ Se llena el recipiente con el material desde una altura no mayor a 5 cm hasta que se llene y luego se enrasa.
- ✓ Finalmente se pesa el material con el recipiente, de su diferencia de los pesos de estos datos tendremos el peso de la muestra suelta, luego se divide entre el volumen del recipiente y tendremos el Peso Unitario Suelto o P.U.S.

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

Ecuación 2: Peso Unitario Suelto – Agregado Fino.

Donde :

M : Peso Unitario del agregado en Kg/m³.

G : Peso del recipiente de medida más agregado en kg,

T : Peso del recipiente de medida en kg.

V : Volumen del recipiente de medida en m³.

FUENTE: Manual de Ensayos de Materiales

3.6.2.1.6 Peso Unitario Compactado (N.T.P. 400.017)

Es un ensayo que nos permite determinar la relación entre el peso compactado de nuestra muestra en un volumen dado que lo contiene, este es otro dato que se necesita para el diseño de mezcla.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Balanza
- ✓ Recipiente de medida o Recipiente Proctor
- ✓ Pala de mano
- ✓ Varilla de acero para compactar
- ✓ Cinta métrica o regla

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Determinar el volumen y peso del recipiente en donde se colocará la muestra.
- ✓ El procedimiento será por apisonado y consistirá en llenar cada tercio del recipiente con material y apisonar con 25 golpes cada tercio vaciado en el recipiente.
- ✓ Luego de esto en la capa final enrasar y pesar el recipiente con todo y el material, de la diferencia de los pesos de este dato con el del peso del recipiente vacío obtendremos el peso de la muestra compactada.
- ✓ Finalmente se podrá determinar el Peso Unitario Compactado cuando dividamos el peso de la muestra entre el volumen que lo contenía.

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

Ecuación 3: Peso Unitario Compactado – Agregado Fino.

Donde :

M : Peso Unitario del agregado en Kg/m³.

G : Peso del recipiente de medida más agregado en kg,

T : Peso del recipiente de medida en kg.

V : Volumen del recipiente de medida en m³.

FUENTE: Manual de Ensayos de Materiales

3.6.2.1.7 Peso Específico (N.T.P. 400.022)

El peso específico (gravedad específica) es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contienen agregados incluyendo concreto de cemento Pórtland, concreto bituminoso, y otras mezclas que son proporcionadas y analizadas en base al volumen. También es usado en el cálculo de vacíos en el agregado del ensayo MTC E 203.¹⁹

MATERIALES A USAR:

- ✓ Balanza
- ✓ Horno
- ✓ Frasco Volumétrico de 500 cm³
- ✓ Molde cónico
- ✓ Varilla de apisonado

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Introducir en el frasco una muestra de 500 g de material preparado, llenar parcialmente con agua a una temperatura de 23

¹⁹ Manual de Ensayo de Materiales – pg. 310

± 2 °C hasta alcanzar la marca de 500 cm³. Agitar el frasco para eliminar burbujas de aire de manera manual o mecánicamente durante 15 a 20 minutos.²⁰

- ✓ Mecánicamente, extraer las burbujas de aire por medio de una vibración externa de manera que no degrade la muestra.²¹
- ✓ Después de eliminar las burbujas de aire, ajustar la temperatura del frasco y su contenido a 23 ± 2 °C y llenar el frasco hasta la capacidad calibrada. Determinar el peso total del frasco, espécimen y agua.²²
- ✓ Remover el agregado fino del frasco, secar en la estufa hasta peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C, enfriar a temperatura ambiente por $\frac{1}{2}$ a $1 \frac{1}{2}$ hora y determinar el peso.²³

En este ensayo se determinan diferentes tipos de pesos específicos estos se pueden apreciar en las siguientes fórmulas:

$$Pe_m = \frac{W_0}{(V - V_a)} \times 100$$

Ecuación 4: Peso Específico de Masa – Agregado Fino

²⁰ Manual de Ensayo de Materiales – pg.311

²¹ Manual de Ensayo de Materiales – pg.311

²² Manual de Ensayo de Materiales – pg.311

²³ Manual de Ensayo de Materiales – pg.311

$$Pe_a = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} \times 100$$

Ecuación 5: Peso Específico de masa saturado con superficie seca – Agregado Fino

$$Pe_a = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} \times 100$$

Ecuación 6: Peso Específico Aparente – Agregado Fino

Donde:

Pe_m : Peso Específico de Masa

W_0 : Peso en el aire de la muestra secada en el horno.

V : Volumen del Frasco en cm^3

V_a : Peso en gramos o volumen en cm^3 de agua añadida al frasco

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales

3.6.2.1.8 **Absorción (N.T.P. 400.022)**

La absorción viene a ser la cantidad de agua en porcentaje que se mantiene dentro del agregado luego de entrar en contacto totalmente con esta, su procedimiento de hallar no es tan complejo y solo es necesario un dato que se obtendrá en el ensayo anterior el cual será el peso en el aire de la muestra secada en el horno.

$$A_b = \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100$$

Ecuación 7: Absorción de Agregados Finos.

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales

3.6.2.1.9 Contenido de Humedad (N.T.P. 339.185)

El contenido de humedad es la cantidad de agua que se mantiene en el agregado en su estado natural, este también es un dato necesario para el diseño de mezcla.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Balanza
- ✓ Horno
- ✓ Recipiente de la muestra o tara

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se muestrea una cantidad óptima de material que puede ser 1 o 2 kg. Esto variará de acuerdo a su Tamaño Máximo Nominal.
- ✓ Luego pesar la tara en la que se colocará la muestra en su estado natural.
- ✓ Se mete a un horno durante 24 horas a una temperatura de 110 °C.
- ✓ Finalmente se saca del horno después de pasado el tiempo y se pesa la muestra más la tara; luego mediante una diferencia de este dato con el dato del peso de la tara sola se obtendrá el peso de la muestra seca.
- ✓ Finalmente se resta al peso de la muestra natural el peso de la muestra seca, se divide entre el peso de la muestra seca y por último se multiplica por 100 y así tendremos el porcentaje de humedad.

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

Ecuación 8: Contenido de Humedad – Agregados Finos

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales

3.6.2.2 AGREGADO GRUESO

3.6.2.2.1 Granulometría (N.T.P. 400.037, ASTM C33)

El agregado pasará por una serie de tamices que le corresponde a su clasificación de agregado fino es decir desde la malla 11/2" a la N° 8 para separar la cantidad en cada una de las series de los tamices, con estos datos se elaborarán los datos posteriores ya que este ensayo da inicio de los ensayos de los agregados.

MATERIALES A USAR:

- ✓ Balanzas
- ✓ Tamices
- ✓ Agitador Mecánico de tamices
- ✓ Horno

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se realiza el muestre de acuerdo a la norma 400.010 y la cantidad debe ser como se indica en tal norma y luego se seca por 24 horas a una temperatura de 110 °C.
- ✓ La cantidad óptima para el agregado grueso será de 1 Kg mínimo y esto dependerá de su Tamaña Máximo Nominal, para nuestros estudios usaremos 2 kg para un mejor análisis.

- ✓ Colocar la serie de tamices necesarios para el ensayo y colocar un último tamiz de fondo sin ninguna ranura ya que ahí ira los sedimentos que sobren.
- ✓ Colocar la muestra sobre el tamiz superior y cerrar con su tapa de tamices.
- ✓ Finalmente colocar la muestra en la máquina tamizadora y esperar el tiempo óptimo en la que se encuentra calibrado la máquina.
- ✓ Una vez terminado pesar las muestras retenidas en cada uno y elaborar el cuadro de datos para su posterior análisis.

Tamaño nominal	Cantidades mas finas que cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas), % en peso												
	4" 100 mm	3 1/2" 90 mm	3" 75 mm	2 1/2" 63 mm	2" 50 mm	1 1/2" 37.5 mm	1" 25.0 mm	3/4" 19.0 mm	1/2" 12.5 mm	3/8" 9.5 mm	No. 4 4.75 mm	No. 8 2.36 mm	No. 16 1.18 mm
3 1/2" a 1 1/2"	100	90-100	-	25-60	-	0-15	-	0-5					
2 1/2" a 1 1/2"	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5					
2" a No. 4	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5		
1 1/2" a No. 4	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5		
1" a 3/4"	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5		
1" a No. 4	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	
3/4" a No. 4	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	
2" a 1"	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5				
1 1/2" a 3/4"	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5			
1" a 3/4"	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5			
3/4" a 3/8"	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5		
1 1/2" a No. 4	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	
3/4" a No. 8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5

Tabla 5: Requisitos granulométricos de agregado grueso.

FUENTE: N.T.P. 400.037

3.6.2.2.2 Módulo de Fineza (N.T.P. 400.011)

Se realiza con los datos obtenidos en el ensayo interior, básicamente se usan los porcentajes acumulados retenidos con respecto al peso total de la muestra.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Hojas Excel
- ✓ Laptop

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se seleccionan los datos de los porcentajes de los pesos retenidos acumulados en los tamices 1 1/2", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8 sumar esos datos y dividirlos entre 100, eso nos indica la N.T.P. 400.011.
- ✓ Finalmente establecer el rango en el que se encuentra y dar el valor dado.

$$MF = \frac{((\sum \% \text{retenido en las mallas } 3", 1\frac{1}{2}", \frac{3}{4}", \frac{1}{2}", \frac{3}{8}", N^{\circ} 4) + 500)}{100}$$

Ecuación 9: Módulo de fineza del agregado grueso.

FUENTE: Procedimiento se indica en la N.T.P. 400.011

3.6.2.2.3 Tamaño Máximo (N.T.P. 400.037)

El Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso. (RIVA LÓPEZ, 2014)

3.6.2.2.4 Tamaño Máximo Nominal (N.T.P. 400.037)

Se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. (RIVA LÓPEZ, 2014)

Tamaño Nominal	Porcentajes que pasan por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 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	-	0.1	0.5
3/4"	-	-	100	90- 100	-	20-55	0.1	0.5
1/2"	-	-	-	100	90-100	40-70	0.15	0.5
3/8"	~	~	-	-	100	85- 100	10-30	0.1

Tabla 6: Tamaño Máximo Nominal de agregados gruesos.

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLA – Ing. Enrique RIVVA LÓPEZ

3.6.2.2.5 **Peso Unitario Suelto (N.T.P. 400.017)**

Es un ensayo que nos permite determinar la relación entre el peso de la muestra y un volumen dado sin ningún tipo de compactación, este dato será necesario para el diseño de mezcla por lo que es necesario su desarrollo.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Balanza
- ✓ Recipiente de medida
- ✓ Pala de mano
- ✓ Regla o cinta métrica

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se pesa el recipiente y se calcula su volumen de capacidad interior.
- ✓ Se llena el recipiente con el material desde una altura no mayor a 5 cm hasta que se llene y luego se enrasa.
- ✓ Finalmente se pesa el material con el recipiente, de su diferencia de los pesos de estos datos tendremos el peso de la muestra

suelta, luego se divide entre el volumen del recipiente y tendremos el Peso Unitario Suelto o P.U.S.

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

Ecuación 10: Peso Unitario Suelto - Agregado Grueso

Donde :

M : Peso Unitario del agregado en Kg/m³.

G : Peso del recipiente de medida más agregado en kg,

T : Peso del recipiente de medida en kg.

V : Volumen del recipiente de medida en m³.

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales

3.6.2.2.6 Peso Unitario Compactado (N.T.P. 400.017)

Es un ensayo que nos permite determinar la relación entre el peso compactado de nuestra muestra en un volumen dado que lo contiene, este es otro dato que se necesita para el diseño de mezcla.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Balanza
- ✓ Recipiente de medida o Recipiente Proctor
- ✓ Pala de mano
- ✓ Varilla de acero para compactar
- ✓ Cinta métrica o regla

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Determinar el volumen y peso del recipiente en donde se colocará la muestra.

- ✓ El procedimiento será por apisonado y consistirá en llenar cada tercio del recipiente con material y apisonar con 25 golpes cada tercio vaciado en el recipiente.
- ✓ Luego de esto en la capa final enrasar y pesar el recipiente con todo y el material, de la diferencia de los pesos de este dato con el del peso del recipiente vacío obtendremos el peso de la muestra compactada.
- ✓ Finalmente se podrá determinar el Peso Unitario Compactado cuando dividamos el peso de la muestra entre el volumen que lo contenía.

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

Ecuación 11: Peso Unitario Compactado - Agregado Grueso

Donde :

M : Peso Unitario del agregado en Kg/m³.

G : Peso del recipiente de medida más agregado en kg,

T : Peso del recipiente de medida en kg.

V : Volumen del recipiente de medida en m³.

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales

3.6.2.2.7 Peso Específico (N.T.P. 400.021)

El peso específico (gravedad específica) es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en varias mezclas que contienen agregados incluyendo concreto de cemento Pórtland, concreto bituminoso, y otras mezclas que son

proporcionadas y analizadas en base al volumen. También es usado en el cálculo de vacíos en el agregado del ensayo MTC E 203.²⁴

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Balanza
- ✓ Cesta con malla de alambre
- ✓ Depósito de agua
- ✓ Tamices
- ✓ Estufa

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Secar la muestra a peso constante, a una temperatura de 110 °C \pm 5 °C, ventilar en lugar fresco a temperatura ambiente de 1 a 3 horas para muestras de ensayo de tamaños máximos nominales de 37,5 mm (1 ½ pulg) o mayores para tamaños más grandes hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto (aproximadamente 50 °C). Inmediatamente sumergir el agregado en agua a una temperatura ambiente por un período de 24 h \pm 4 h.²⁵
- ✓ Cuando los valores de peso específico y la absorción van a ser usados en proporcionamiento de mezclas de hormigón (concreto) en los cuales los agregados van a ser usados en su condición

²⁴ Manual de Ensayo de Materiales – pg. 310

²⁵ Manual de Ensayo de Materiales – pg. 314

natural de humedad, el requerimiento inicial de secado a peso constante puede ser eliminada y, si las superficies de las partículas de la muestra van a ser mantenidas continuamente húmedas antes de ensayo, el remojo de 24 h puede ser eliminado.²⁶

- ✓ Remover la muestra del agua y hacerla rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún parezca húmeda. Secar separadamente en fragmentos más grandes. Se debe tener cuidado en evitar la evaporación durante la operación del secado de la superficie. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca. Se determina éste y todos los demás pesos con aproximación de 0,5 g o al 0,05% del peso de la muestra, la que sea mayor.²⁷
- ✓ Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, densidad $997 \pm 2\text{ kg/m}^3$. Tener cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado sacudiendo el recipiente mientras se sumerge.²⁸

²⁶ Manual de Ensayo de Materiales – pg. 314

²⁷ Manual de Ensayo de Materiales – pg. 314

²⁸ Manual de Ensayo de Materiales – pg. 314

- ✓ Secar la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre 100 °C + 5°C y se deja enfriar hasta la temperatura ambiente, durante 1 a 3 h o hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto (aproximadamente 50 °C) y se pesa.²⁹

Este ensayo nos permite determinar diferentes tipos de peso específico los cuales se mencionan a continuación.

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Ecuación 12: Peso Específico de masa - Agregado Grueso.

$$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

Ecuación 13: Peso Específico de masa saturada con superficie seca – Agregado Grueso.

$$P_{es} = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

Ecuación 14: Peso Específico Aparente – Agregado Grueso.

Donde:

- A : Peso de la muestra seca en el aire en gramos.
- B : Peso de la muestra saturada superficialmente seca en gramos.
- C : Peso en el agua de la muestra saturada.

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales.

²⁹ Manual de Ensayo de Materiales – pg. 314

3.6.2.2.8 Absorción (N.T.P. 400.021)

La absorción viene a ser la cantidad de agua en porcentaje que se mantiene dentro del agregado luego de entrar en contacto totalmente con esta, su procedimiento de hallar no es tan complejo y solo es necesario dos datos que se obtendrán en el ensayo anterior el cual será el peso de la muestra seca al aire (A) y el peso de la muestra saturada superficialmente seca (B). Y se aplicará la siguiente fórmula:

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

Ecuación 15: Absorción de Agregados Gruesos.

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales

3.6.2.2.9 CONTENIDO DE HUMEDAD (N.T.P. 339.185)

El contenido de humedad es la cantidad de agua que se mantiene en el agregado en su estado natural, este también es un dato necesario para el diseño de mezcla.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Balanza
- ✓ Horno
- ✓ Recipiente de la muestra o tara

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se muestrea una cantidad óptima de material que puede ser 1 o 2 kg. Esto variará de acuerdo a su Tamaño Máximo Nominal.
- ✓ Luego pesar la tara en la que se colocará la muestra en su estado natural.

- ✓ Se mete a un horno durante 24 horas a una temperatura de 110 °C.
- ✓ Finalmente se saca del horno después de pasado el tiempo y se pesa la muestra más la tara; luego mediante una diferencia de este dato con el dato del peso de la tara sola se obtendrá el peso de la muestra seca.
- ✓ Finalmente se resta al peso de la muestra natural el peso de la muestra seca, se divide entre el peso de la muestra seca y por último se multiplica por 100 y así tendremos el porcentaje de humedad.

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

Ecuación 16: Contenido de humedad - Agregado grueso.

Donde:

P : Contenido de humedad de la muestra en porcentaje.

W : Masa de la muestra húmeda original en gramos.

D : Masa de la muestra seca en gramo.

FUENTE: Manual de Ensayo de Materiales

2° ETAPA: Elaboración del Diseño de mezcla.

Se elaborará el diseño de mezcla por el método ACI para lo cual tendremos presente los datos a utilizar y que tipo de datos calcularemos, en este caso se usarán los datos calculados en la 1° Etapa los cuales son las propiedades del

agregado fino, y grueso; en lo que respecta al cemento y poliestireno son elementos que tienen datos establecidos de fábrica.

3.6.3 DISEÑO DE MEZCLA

3.6.3.1 Resistencia Promedio

La resistencia promedio es una resistencia con un rango de valor aproximado cercano a la resistencia a la que se quiere llegar se usan tablas para su diseño y éstas dependerán de la cantidad de datos con los que contemos.

3.6.3.2 Cálculo de Volúmenes

Los volúmenes de agregado se calcularán usando tablas que trabajan con el método ACI, y para esto se necesitarán los datos que se han hallado en la etapa de análisis de los agregados; primero se calculará el agregado grueso y luego al agregado final por complemento para llegar a 1 m³ de concreto.

3.6.3.3 Relación a/c

Es uno de los factores más importantes que se encuentran en el diseño de mezcla ya que tiene relación directa con la resistencia a compresión final que deberá tener el concreto se determinará mediante tablas las cuales serán de acuerdo a la resistencia promedio y si es o no con aire incorporado.

3.6.3.4 Contenido de Aire

Es la cantidad de aire o volumen de vacío que estará en el concreto existen dos tipos que serán presentes en el concreto, uno de ellos es el atrapado y es por defecto de los agregados y se calcula mediante el Tamaño Máximo Nominal del agregado; lo otro será incorporado o no incorporado el cual es método artificial y se realiza dependiendo del clima en el que se encuentre la mezcla.

3.6.3.5 Datos de los Agregados

Son demasiado importantes ya que abarcan gran parte del diseño de mezcla y tendrán una serie de procedimientos para llegar a la cantidad idónea final ya que las correcciones finales se realizarán con los datos (absorción y humedad) los cuales debieron ser hallados en laboratorio.

3.6.3.6 Slump

Es la cantidad de asentamiento en pulgadas que debe tener el concreto y se determina mediante el ensayo de cono de Abrahams es un indicador muy importante cuando se está en obra. Y también nos indica si la cantidad de agua que utilizamos estuvo calculada correctamente de acuerdo a los requerimientos.

3.6.3.7 Correcciones por Humedad

Las correcciones que se realizarán debido a que el agregado entrará en su estado natural y también estará cubierto de agua esto quiere

decir que entrarán en juego la absorción y la humedad a la vez, por tanto, se realizarán las correcciones respectivas.

3.6.3.8 Perlas de Poliestireno Expandido

Las perlas de Poliestireno Expandido entrarán en efecto a trabajar una vez que el diseño de mezcla final este diseñado, consistirá en reemplazar progresivamente el agregado grueso por las perlas de tekpor comenzando desde el 0% que no contenga nada en un concreto convencional y de ahí de 25% en 25%, es decir las dosificaciones serán 25%, 50%, 75% y 100% de reemplazo total en el volumen que ocupe el agregado grueso dentro del diseño de mezcla para después estudiar el efecto que cause esto sobre el concreto.

3° ETAPA: Elaboración de la Mezcla y su vaciado en los cilindros.

Se elaborará la mezcla con los equipos de la E.F.P. de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil y se realizará el vaciado en los moldes para el análisis final, esto implicará los procedimientos que a continuación se mencionarán y el proceso que ocuparán.

3.6.4 CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Una vez realizada la mezcla de los materiales siguiendo los procesos constructivos conocidos, se procederá a realizar algunos ensayos para el concreto en estado fresco, los cuales también están normados de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas y se describen a continuación:

3.6.4.1 Slump (N.T.P. 339.045)

Es el ensayo o método que se utiliza para determinar el nivel de asentamiento que tiene el concreto en su estado fresco, normalmente se realiza con el “Cono de Abrahams” de acuerdo al ASTM C – 143.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Cono de Abrahams
- ✓ Varilla de acero para compactar
- ✓ Base de cono
- ✓ Pala de mano
- ✓ Regla numérica

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se inicia una vez se tenga el concreto en estado fresco recién mezclado, se procede a separar un poco con una pala de mano.
- ✓ Del paso anterior se va vaciando en cada tercio de altura del cono compactando con un total de 25 golpes con la varilla.
- ✓ Una vez terminada la última capa, se procede a eliminar el exceso con un enrasado para luego voltear el cono sobre su base.
- ✓ Una vez volteado se levanta el cono y se deja caer el concreto por su peso propio.
- ✓ Se coloca la varilla en sentido horizontal a la base superior invertida del cono y con una regla se mide la cantidad de asentamiento que tuvo desde ese nivel inicial a su nivel final.
- ✓ Esta distancia será el slump, se puede medir en cm o en pulgadas.

3.6.4.2 Densidad de la Probeta de Concreto (N.T.P. 339.046)

Es un procedimiento muy importante en este tipo de investigación ya que nos determinará cuan ligero se vuelve con la inserción del poliestireno dentro de su estructura, está normado también con la norma ASTM 138 – 69.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Balanza
- ✓ Regla o cinta métrica

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se procederá a calcular el volumen de las probetas a calcular la densidad o peso unitario.
- ✓ Se pesará los moldes que retendrán al concreto.
- ✓ Se pesará cada probeta independientemente con su recipiente, y luego se restará con el dato anterior para determinar el peso del concreto.
- ✓ Finalmente se realizará un cociente simple entre esos datos y así se obtendrá sus densidades de las probetas.

4° ETAPA: Determinación de la Resistencia a la Compresión y trabajos finales en gabinete.

3.6.5 CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

El concreto en estado endurecido es el producto resultado del cual el concreto fresco paso por un proceso de fraguado y comienza al término del primer día de vaciado, a partir de aquí se debe sacar de sus moldes y

sumergirlos en agua los próximos días hasta su ensayo de rotura en la máquina de compresión.

3.6.5.1 Fraguado y Curado del Concreto (N.T.P. 339.082)

El fraguado es un proceso por el cual el concreto pasa de su estado fresco a su estado endurecido es decir pierde su plasticidad y trabajabilidad para pasar a un estado sólido, debido a esto logra obtener su resistencia la cual es su característica principal del concreto. Pero este proceso tiene una duración total de 28 días para llegar a su fase final, dentro de los cuales se pueden realizar ensayos entre los 7 y 14 días.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Recipientes con capacidad para sumergir completamente las probetas.
- ✓ Agua libre de sulfatos y cloro.
- ✓ Marcador o alguna pintura resistente al agua.

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se inicia desmontando las probetas de sus moldes al día siguiente en las que fueron vaciadas.
- ✓ Se marca cada probeta con algún código o patrón que las identifique, con algún tipo de marcador o pintura resistente al agua.
- ✓ Se sumergen las probetas en agua completamente y se dejan reposar hasta el momento de su ensayo a compresión.

3.6.5.2 Resistencia a la Compresión (N.T.P. 339.034)

Es la prueba o ensayo final en la que se determina el resultado final para verificar su dato principal del concreto, el cual en esta investigación analizaremos su varianza respecto al cambio que se hizo con uno de sus materiales y poder ver cómo afecta a su resistencia.

MATERIALES A UTILIZAR:

- ✓ Máquina Compresora Estándar Calibrada
- ✓ Hojas de cálculo de datos estadísticos o formatos.
- ✓ Laptop

PROCEDIMIENTO:

- ✓ Se procederán a retirar las probetas sumergidas en agua, esto se realizará separando una probeta de cada tipo para su rotura.
- ✓ Las roturas se realizarán en las edades de 7, 14 y 28 días para determinar y analizar la evolución de la resistencia de las probetas con distintos porcentajes de poliestireno expandido en su interior.
- ✓ Finalmente se elaborará cuadros estadísticos en las hojas Excel para posteriormente dar validez o no a la hipótesis planteada y llegar a la conclusión final del trabajo de investigación.

3.7 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Se aplicará una estrategia estadística con el cual se correlacionarán los datos de una manera óptima y de esta manera obtener un modelo numérico que nos indique que variables están sujetas al proceso. Para esto se aplicará lo que se conoce como Diseño Factorial Simple.

Para esto correlacionaremos dos factores que vendrán a ser: Las edades de las probetas en días para realizar el ensayo que serán a los 7, 14 y 28 días y el porcentaje de poliestireno incorporado desde 0% hasta el 100% es decir 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de sustitución total del agregado grueso por poliestireno expandido.

Para el correcto análisis de los datos se utilizarán hojas de cálculo o softwares estadísticos que me permitan analizar e interpretar lo siguiente:

a) Los efectos e interacción de los factores. –

Será establecido el número total de probetas utilizando el método factorial simple para con esto determinar la cantidad total de materiales a utilizar en cada etapa, y de esta manera utilizar el presupuesto del Tesista correctamente para esto se empleará un factor que considere los desperdicios.

b) Pendiente ascendente. –

Se verificará y analizará mediante una pendiente ascendente la interacción de la resistencia a la compresión con las edades de cada probeta con diferente porcentaje de poliestireno.

c) Parámetros óptimos. –

Se realizará una comparativa con el concreto convencional diseño en términos normales es decir en comparación al que tiene 0% de poliestireno en su diseño.

d) Análisis gráficos de los efectos e interacciones y las isolíneas que correlacionan en el plano y espacio de los factores. -

Finalmente se establecerán los datos finales, se analizarán, se clasificarán y se organizarán mediante hojas Excel, también se compararán sus gráficos estadísticos para ver la influencia que tuvo el poliestireno en el concreto y dar un veredicto y/o conclusión final respecto a la hipótesis y de esta manera dando por concluido el trabajo de investigación.

3.8 SELECCIÓN, VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.8.1 SELECCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Los instrumentos que se utilizaron en el trabajo de investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil, se seleccionaron de acuerdo a las solicitudes de la Normativa Peruana siendo estos encontrados en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil que fueron recientemente calibrados por la institución.

3.8.2 VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Los instrumentos de investigación son validados tomando como dato de referencia los datos obtenidos que sean similares entre sí esto quiere decir que no se obtengan datos con un margen muy lejano de los demás datos, a su vez serán respaldados por expertos en la materia que estarán presentes en los ensayos del laboratorio siendo estos los responsables de la supervisión del manejo de los instrumentos, a su vez también serán los que nos

proporcionarán los certificados correspondientes de cada ensayo para otorgar mayor validez.

3.8.3 CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Para tener una mayor confiabilidad en los instrumentos, su manejo será realizado de acuerdo a los manuales que se tienen en el laboratorio de la E.F.P. de Ingeniería Civil los cuales serán prestados durante el período de ensayos al Tesista para la realización de los mismos, siendo estos supervisados por el Responsable y el jefe de Laboratorio, los cuales se encargarán de verificar el cumplimiento de dichos manuales quienes también se encargarán de proporcionar al Tesista los certificados respectivos de cada ensayo de esta manera verificando y dando por válido los ensayos y estudios realizados así como también los resultados obtenidos.

3.9 ORIENTACIÓN ÉTICA

El trabajo de investigación fue realizado siguiendo la orientación respectiva del asesor directo, siguiendo la Normativa Técnica Peruana en todos los ensayos y a su vez siguiendo los lineamientos de la institución en cuanto a sus normas respecto al uso de los instrumentos y materiales del laboratorio de la E.F.P. de Ingeniería Civil se refiere. También esta investigación fue desarrollada usando los Manuales del laboratorio de la Institución y el Manual de Ensayo de Materiales del Estado Peruano los cuales nos indicaban los procedimientos que se realizaron.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de este capítulo se describirán la obtención de los resultados y sus respectivas justificaciones de cada ensayo realizado mediante las normas técnicas y sus ensayos correspondientes que nos conllevaron a determinar sus características para finalmente dar la prueba de la hipótesis y llegar a las conclusiones finales de esta investigación.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.

4.1.1 UBICACIÓN DEL LUGAR DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN

Los ensayos y estudios de gabinete que se realizaron en la investigación se desarrollaron en el laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil de la Undac, que se encuentra en el Distrito de Yanacancha, Provincia de Pasco y Departamento de Pasco.



Ilustración 39: Laboratorio de la E.F.P. de Ing. Civil

FUENTE: <http://undac.edu.pe/Civil/Escuela.html>

4.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CANTERA DE LOS AGREGADOS

Los agregados que se utilizaron en la investigación fueron traídos de la cantera de Cochamarca que se encuentra en el centro poblado de mismo nombre que pertenece al Distrito de Vicco, Provincia y Departamento de Pasco.

Ubicación Política:

- ✓ Región : Pasco
- ✓ Provincia : Pasco
- ✓ Distrito : Vicco
- ✓ Lugar : Centro Poblado de Cochamarca

Ubicación Geográfica:

Coordenadas UTM:

ESTE	OESTE	ALTURA
360378	8799410	4131

Tabla 7: Ubicación UTM de la Cantera de Cochamarca

FUENTE: Google Earth

Acceso:

Existen varias rutas para llegar a la cantera de Cochamarca ya que al ser un lugar de donde se extraen la mayoría de agregados para el sector construcción de la provincia de Pasco, se debe tener una amplia accesibilidad es por esto que la ruta de acceso más rápido es a través de la carretera Huayllay Pasco, ya que a 10 minutos de ingresar a la carretera, existe un cruce que es Vicco – Huayllay que nos llevará hasta la ciudad, las canteras

se encuentran en zonas aledañas al centro poblado, ya que la mayor parte de ese sector se dedica a la extracción de agregados.

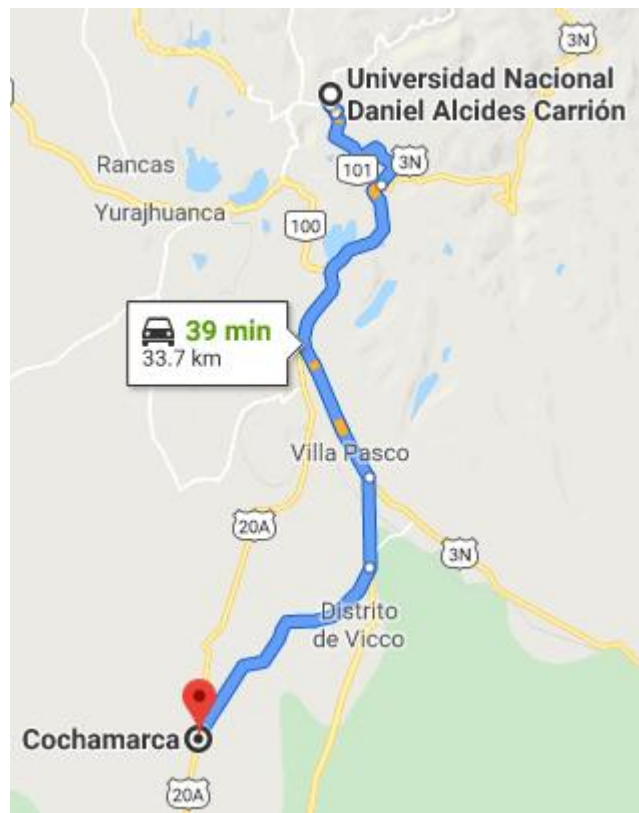


Ilustración 40: Distancia de la Undac a la cantera Cochamarca

FUENTE: Google Maps

Tipos de Agregados Extraídos:

Los agregados que más se venden o los de mayor demanda son:

- ✓ Arena Segunda (Es un tipo de agregado que pasa la malla de 1")
- ✓ Arena Shocrete (Es un agregado que pasa la malla ¼", normalmente es bien usado para el interior de minas)

Existen otros tipos de variedad de agregados que también se usan en las construcciones de acuerdo a sus necesidades y estas son:

- ✓ Canto Rodado 1"
- ✓ Canto Rodado ¾"
- ✓ Canto Rodado ½"

- ✓ Arena Hormigón
- ✓ Arena Compactada
- ✓ Arena Gruesa
- ✓ Piedra Chancada 1"
- ✓ Piedra Chancada 1/2"
- ✓ Piedra Chancada 3/4"



Ilustración 41: Cantera de Cochamarca.

FUENTE: Propia

4.1.3 ESTUDIO DE LOS AGREGADOS

Los ensayos realizados a los agregados son los que se mencionan en el capítulo 3 y que se describirán a continuación con nuestros materiales.

4.1.3.1 Agregado Fino

Se realizaron los ensayos respectivos de acuerdo a la Norma Técnica Peruana que lo establece y también al Manual de Ensayo de Materiales que está muy ligada a esta, estos ensayos se realizaron bajo la supervisión del Jefe Encargado del Laboratorio de Ingeniería Civil el cual

nos certificó en su calidad de Jefe Encargado todos los ensayos que se realizaron en el laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de ingeniería Civil, estos ensayos fueron:

✓ **MUESTREO**

De acuerdo a lo descrito en el capítulo anterior se realizó el muestreo del material tomando como base lo especificado en su norma técnica el cual tomamos como referencia el método B de muestreo, es decir por cuarteos.

✓ **GRANULOMETRÍA**

Se realizó la granulometría de acuerdo a lo indicado, para esto separamos un total de 2.5 Kg. De muestra con el método anterior descrito; se colocó en el tamiz superior de la serie que comprende para análisis granulométrico de agregados finos, luego de tapar la parte superior se colocó en la maquina tamizadora por un lapso de 5000 movimientos para el cual está calibrada la máquina, finalmente una vez terminado el proceso se pasó a retirar la serie de tamices para luego pesar el contenido retenido en cada una de las mallas para finalmente elaborar los cuadros.

✓ **MÓDULO DE FINEZA (N.T.P. 400.011)**

El módulo de fineza se realizó aplicando la fórmula conocida y establecida por la norma técnica peruana que implica para agregados finos, el cual utiliza los porcentajes de peso retenido acumulado de

los tamices N°4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 para finalmente dividirlo entre 100, para darnos como resultado de 3.69 para nuestra investigación.

✓ **TAMAÑO MÁXIMO (N.T.P. 400.037)**

El tamaño máximo no es tan relevante en los agregados finos, pero para esta investigación se puede asumir siguiendo la lógica para agregados gruesos que nos daría como tamaño máximo 3/8".

✓ **TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (N.T.P. 400.037)**

El tamaño máximo nominal como bien se especificó es el que contiene o en el que se da el primer retenido para este caso viene a ser la malla N° 4.

✓ **PESO UNITARIO SUELTO (N.T.P. 400.017)**

Para esto se realizó el ensayo de acuerdo a la norma técnica peruana, el cual consistió en rellenar el molde con agregado fino suelto sin ningún tipo de compactación para luego calcular el peso del agregado y finalmente dividirlo entre el volumen del recipiente que lo contuvo dándonos como resultado 1607.74 Kg/m³.

✓ **PESO UNITARIO COMPACTADO (N.T.P. 400.017)**

El peso unitario compactado se realizó de manera similar al anterior solo que tuvo la diferencia de apisonar con una varilla cada capa en la que se iba a llenar el recipiente siendo estas 3 en total cada capa

tenía que llegar hasta un tercio de la altura del recipiente, para finalmente enrasar la parte superior y con el método descrito se procedió a determinar el peso unitario compactado dándonos un valor de 1745.96 Kg/cm³.

✓ **PESO ESPECÍFICO (N.T.P. 400.022)**

El peso específico de la muestra en estudio se realizó siguiendo las indicaciones de la norma, para lo cual tuvimos que separar un total de 500 gramos de la muestra que se indica en el procedimiento para luego realizar sus ensayos descritos dándonos como resultado 2.47 gr/cm³.

✓ **ABSORCIÓN (N.T.P. 400.022)**

Se realizó con los datos que se obtuvieron en el ensayo anterior teniendo los datos que nos indicó el procedimiento se dedujo una absorción de 1.20 %.

✓ **CONTENIDO DE HUMEDAD (N.T.P. 339.185)**

Se realizó de la manera que indica la norma para esto se colocó la muestra en su estado natural en un horno y se esperó hasta el día siguiente, se calculó mediante el procedimiento ya descrito y esto nos dio un porcentaje de contenido de humedad de 1.70 %.

4.1.3.2 Agregado Grueso

Se realizaron los ensayos respectivos de acuerdo a la Norma Técnica Peruana que lo establece y también al Manual de Ensayo de Materiales que está muy ligada a esta, estos ensayos se realizaron bajo la supervisión del Jefe Encargado del Laboratorio de Ingeniería Civil el cual nos certificó en su calidad de Jefe Encargado todos los ensayos que se realizaron en el laboratorio de la Escuela de Formación Profesional de ingeniería Civil, estos ensayos fueron:

✓ **MUESTREO**

El muestreo se realizó como se indica con el método B para esto se tuvo que cuartear la muestra y tomar dos cuartos opuestos hasta llegar a un total de 2 kg. De muestra que se usaron para el análisis granulométrico.

✓ **GRANULOMETRÍA**

Se realizó con el procedimiento descrito para esto se colocó la muestra de 2 kg. En el tamiz superior de la serie de tamices para luego colocarlos en la máquina tamizadora por un total de 5000 movimientos para la cual está calibrada, para finalmente pesar los contenidos de cada tamiz.

✓ **MÓDULO DE FINEZA (N.T.P. 400.011)**

El módulo de fineza se realizará mediante el procedimiento descrito tomando como datos los pesos retenidos de la serie de tamices descritos para calcular este dato según la norma técnica que se indica.

✓ **TAMAÑO MÁXIMO (N.T.P. 400.037)**

El tamaño máximo para este caso si es relevante el cual será de 1" tomándolo como dato del análisis granulométrico según la norma técnica.

✓ **TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (N.T.P. 400.037)**

El tamaño máximo nominal es al igual que el tamaño máximo un dato que se extrae del análisis granulométrico el cual es la malla en la cual se da el primer retenido esta vendría a ser la malla de ¾".

✓ **PESO UNITARIO SUELTO (N.T.P. 400.017)**

Se realizó de manera similar que el agrado grueso, ya que la norma nos especifica un proceso similar, para esto se realizó mediante el procedimiento descrito, el cual nos dio un peso unitario suelto de 1311.08 Kg/m³.

✓ **PESO UNITARIO COMPACTADO (N.T.P. 400.017)**

Se realizó tal y como se indica en la norma siguiente el procedimiento descrito el cual nos dio un peso unitario específico de 1486.24 Kg/cm³.

✓ **PESO ESPECÍFO (N.T.P. 400.021)**

Se realizó siguiendo el procedimiento que se describe en la norma técnica; del cual obtuvimos un resultado de 2.65 gr/cm³.

✓ **ABSORCIÓN (N.T.P. 400.021)**

La absorción se realizó con datos extraídos del ensayo anterior con el cual obtuvimos un porcentaje de absorción de 1.50 %.

✓ **CONTENIDO DE HUMEDAD (N.T.P. 339.185)**

El contenido de humedad se realizó mediante el procedimiento descrito en su respectiva norma para esto el resultado final nos dio un contenido de humedad de 1.30 % para el agregado grueso.

4.1.4 DATOS TÉCNICOS DE LAS PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)

Las perlas de poliestireno expandido como se sabe viene de fábrica por lo que la empresa que provee de estos productos debe indicar las propiedades y características de sus productos de acuerdo a ley, para poder tenerlos en cuenta para cualquier tipo de trabajo.

Por esto existen empresas como Tecnopol, Techmo o Achipex que se dedican a la comercialización de estos productos y su vez nos permiten conocer sus datos técnicos que ellos mismos ofrecen al público para de esta manera ofrecer sus productos estos datos son a tener en cuenta son:

4.1.4.1 PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DEL EPS

La empresa Achipex en su afán de mostrarnos un producto de calidad nos ofrece los datos técnicos del EPS el cual se divide en 5 partes con sus propios gráficos, estos son:

a) Conductividad térmica: Transporte de calor

La conductividad térmica es una propiedad física el cual mide la capacidad de conducción de calor por intermedio de su cuerpo; es decir es capaz de transferir energía cinética de sus moléculas adyacentes o a sustancias con las que está en contacto.³⁰

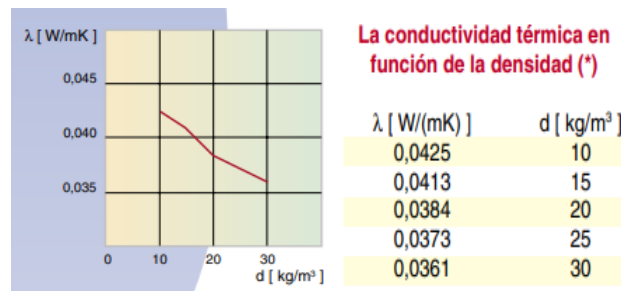


Gráfico 1: Conductividad Térmica del EPS

FUENTE: Empresa Achipex

b) Permeabilidad al vapor de agua: Transporte de vapor

La permeabilidad al vapor de agua es una propiedad que tiene el EPS y se caracteriza por su difusividad al vapor de agua.

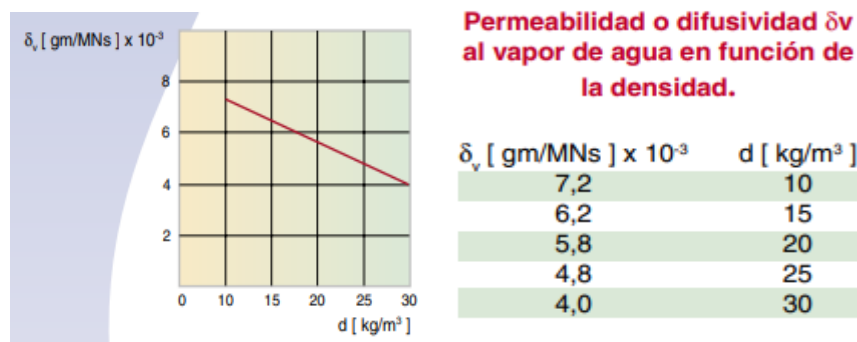


Gráfico 2: Permeabilidad al vapor de agua del EPS.

FUENTE: Empresa ACHIPEX

³⁰ https://es.wikipedia.org/wiki/Conductividad_t%C3%A9rmica

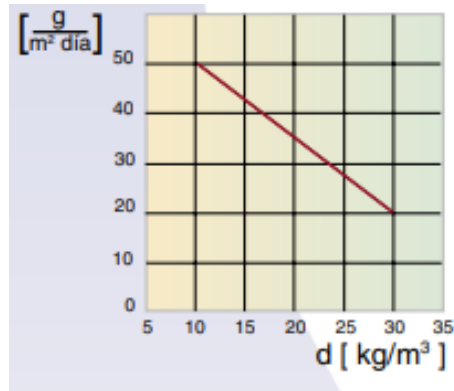


Gráfico 3: Flujo de difusión al vapor de agua del EPS.

FUENTE: Empresa ACHIPEX

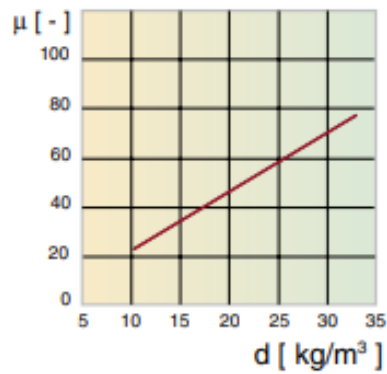


Gráfico 4: Índice de resistencia a la difusión del vapor de agua del EPS.

FUENTE: Empresa ACHIPEX

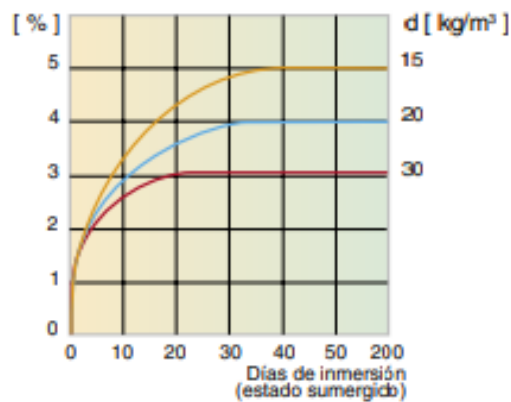


Gráfico 5: Absorción de agua del EPS.

FUENTE: Empresa ACHIPEX

c) Resistencia mecánica: Tensiones en función de la densidad

La resistencia mecánica es la resistencia que tiene el poliestireno frente a diferentes tipos de esfuerzos como la compresión, flexión, tracción, corte, etc. Todos estos relacionados directa o indirectamente con su módulo de elasticidad.

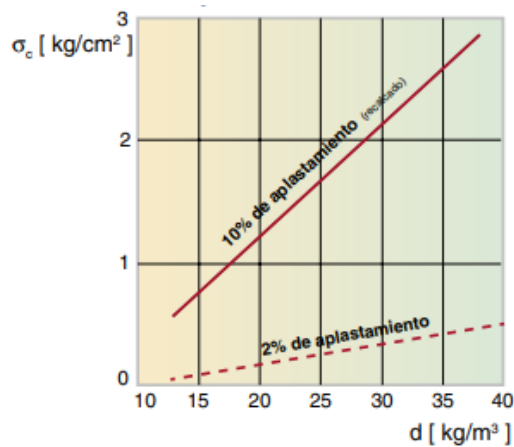


Gráfico 6: Resistencia a la compresión del EPS.

FUENTE: Empresa ACHIPEX

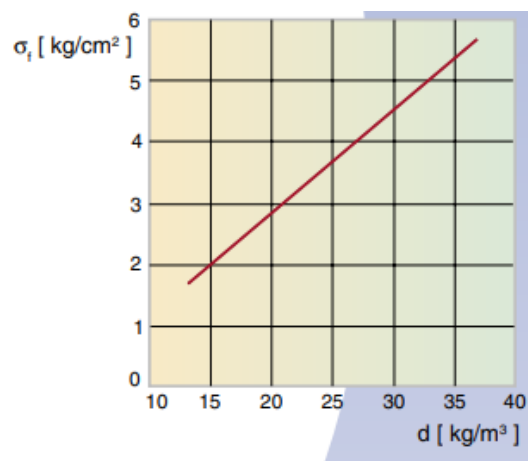


Gráfico 7: Resistencia a la Flexión del EPS

FUENTE: Empresa ACHIPEX

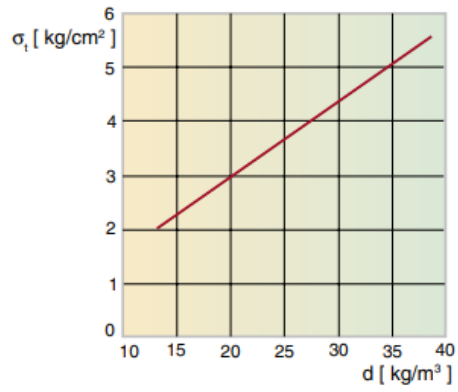


Gráfico 8: Resistencia a la Tracción.

FUENTE: Empresa ACHIPEX

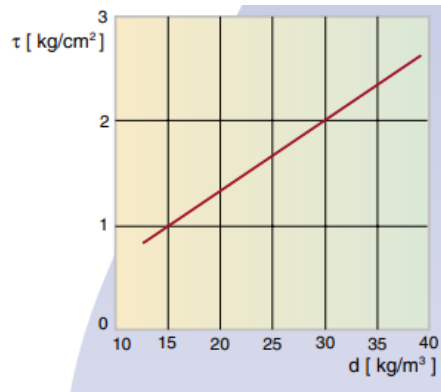


Gráfico 9: Resistencia al Corte del EPS.

FUENTE: Empresa ACHIPEX

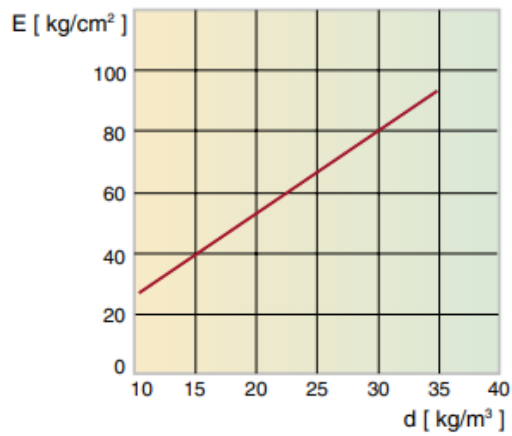


Gráfico 10: Módulo de Elasticidad del EPS.

FUENTE: Empresa ACHIPEX

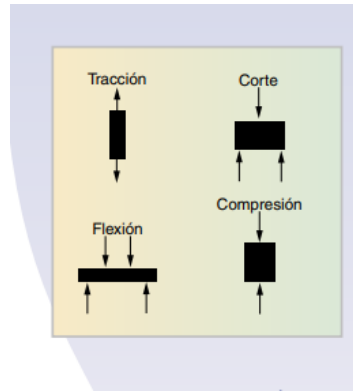


Gráfico 11: Cargas mecánicas que se aplicaron al EPS.

FUENTE: Empresa ACHIPEX

d) Coeficiente de dilatación térmico lineal

El coeficiente de dilatación térmico lineal es un dato muy importante para calcular la deformación que sufre el EPS cuando tenga cambios en la temperatura.

El coeficiente de dilatación térmico lineal del poliestireno expandido es: $5 - 7 \times 10^{-5} (1/^\circ\text{C})$ para densidades de 10 a 30 kg/m³.³¹

e) Temperatura máxima de uso

Es la temperatura máxima en la que se puede utilizar el EPS sin alterar sus propiedades.

El poliestireno Expandido puede ser usado bajo solicitaciones de temperatura no superiores a 75 – 80% °C.³²

³¹ El poliestireno Expandido y su reglamentación térmica en la construcción - Achipex

³² El poliestireno Expandido y su reglamentación térmica en la construcción - Achipex

4.1.4.2 Diversificación de Aplicaciones

Construcción³³

- ✓ Aislamiento térmico de elementos constructivos.
- ✓ Aislación para losas radiantes de entrepisos en edificios.
- ✓ Hormigones y rellenos livianos para sobrelosas.
- ✓ Absorción de ruidos de impacto en estructuras de entripiso y reducción de vibraciones.
- ✓ Paneles prefabricados.
- ✓ Piezas y moldes para materializar formas.
- ✓ Complemento de materiales para aliviar estructuras
- ✓ Para conformar elementos decorativos

Obras Viales y Civiles³⁴

- ✓ Aplicaciones geotécnicas
- ✓ Suelos livianos – reducción de asentamientos y tensiones de empuje.

4.1.5 DISEÑO DE MEZCLA

El diseño de mezcla se realizó teniendo en cuenta el método fundamental y más aceptación siendo este el método ACI, para esto se realizó una serie de procedimientos, cabe resaltar que los procedimientos indicados

³³ El poliestireno Expandido y su reglamentación térmica en la construcción - Achipex

³⁴ El poliestireno Expandido y su reglamentación térmica en la construcción - Achipex

se tomaron del libro **Diseño de Mezclas** del Ing. Enrique Riva López; que se mencionan a continuación:

4.1.5.1 Determinación de la Resistencia Promedio F'_{cr}

Se realizó de acuerdo a lo requerido para esto utilizamos el cuadro que nos presenta el autor para el caso que tenemos.

F'_c	F'_{cr}
Menos de 210	$F'_c + 70$
210 a 350	$F'_c + 84$
Mayor a 350	$F'_c + 98$

Tabla 8: Resistencia Promedio para diseño de mezcla.

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS – Ing. Enrique RIVVA LÓPEZ

4.1.5.2 Selección del Tamaño Nominal

Se realizó tomando como dato la tabla en el cual se presentan los rangos para las curvas granulométricas que se encuentran entre 2" y 3/8" que se verá a continuación.

Tamaño Nominal	Porcentajes que pasan por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 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	-	0.1	0.5
3/4"	-	-	100	90- 100	-	20-55	0.1	0.5
1/2"	-	-	-	100	90-100	40-70	0.15	0.5
3/8"	~	~	-	-	100	85- 100	10-30	0.1

Tabla 9: Tamaño Máximo Nominal según tamizado.

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS – Ing. Enrique RIVVA LOPEZ

4.1.5.3 Selección del Asentamiento

Se eligió de acuerdo al tipo de consistencia que se requirió para este caso necesitábamos una consistencia plástica en condiciones normales es decir 3 a 4 pulgadas de slump.

Consistencia	Slump
Seca	0" – 2"
Plástica	3" – 4"
Fluida	Mayor a 5"

Tabla 10: Slump de acuerdo a la consistencia que se requiere.

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS – Ing. Enrique RIVVA LÓPEZ

4.1.5.4 Determinación del Volumen Unitario de Agua

Para esto se utilizó la tabla de volumen unitario de agua del comité 211 del ACI el cual nos indica las cantidades óptimas de agua en l/m³ para dos casos específicos los cuales son con aire y sin aire incorporado y que estos dependen del slump elegido.

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.

Tabla 11: Volumen Unitario de Agua

FUENTE: Comité 211 ACI

4.1.5.5 Contenido de Aire por M³

El contenido de aire es la cantidad de aire que queda atrapado en el concreto debido al volumen de vacíos del agregado y que se puede determinar usando la siguiente tabla:

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	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 %
4 "	0.2 %

Tabla 12: Contenido de aire atrapado en el diseño de mezcla.

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLA – Ing. Enrique RIVVA LÓPEZ.

4.1.5.6 Relación Agua - Cemento

La relación agua – cemento es un valor que relaciona las proporciones que deben tener los elementos mencionados para llegar a la resistencia a la que se está proyectando el concreto, para esto se tiene una tabla que implica las especificaciones que se están solicitando tal y como podemos ver:

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 ACL.

Tabla 13: Relación agua - cemento.

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLA – Ing. Enrique RIVVA LOPEZ

4.1.5.7 Peso de Cemento por m³ (Factor Cemento)

Se procedió a calcular este dato teniendo ya como referencia el volumen unitario de agua y la relación agua cemento que me indica la proporción en peso que deben tener estos dos materiales fundamentales; se elaborará aplicando una regla de tres simple el cual me dará como resultado el peso del cemento en Kg.

$$\text{Factor Cemento} = \frac{\text{Volumen Unitario}}{a/c}$$

Ecuación 17: Factor cemento.

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS – Ing. Enrique RIVVA LOPEZ

4.1.5.8 Contenido de Agregado grueso por m³.

Se calculó mediante la una tabla que nos ofrece el comité 211 del ACI con el cual determinaremos el contenido de agregado grueso que ira en la mezcla, para esto tuvimos que tener dos datos fundamentales los cuales fueron el Tamaña Máximo Nominal del Agregado Grueso y un cociente (b/b₀) el cual se calcula al dividir el peso seco del agregado grueso requerido que se halló y el peso unitario seco y varillado del agregado.

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finiza del fino. (b / b ₀)				
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.

Tabla 14: Cantidad de Agregado Grueso por m³ de concreto.

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS – Ing. Enrique RIVVA LOPEZ

4.1.5.9 Ajuste por Humedad del Agregado

El agregado al entrar en contacto con el agua y los demás materiales tendrá una variación en su humedad es por eso que se requiere hacer un ajuste teniendo en cuenta el contenido de humedad y la absorción, para esto se utilizó las siguientes fórmulas:

- ✓ Cálculo de pesos húmedos de los agregados

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

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

Ecuación 18: Pesos corregidos de los agregados.

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS – Ing. Enrique RIVVA LOPEZ

- ✓ Cálculo de aporte de agua efectiva por los agregados

$$Agua_Efectiva = Agua - Correccion$$

Ecuación 19: Corrección de la cantidad de agua.

FUENTE: DISEÑO DE MEZCLAS – Ing. Enrique RIVVA LÓPEZ

4.1.5.10 Porcentaje de reemplazo del agregado por Poliestireno Expandido

El porcentaje que se estableció para reemplazar el agregado grueso fue en el volumen que ocupará este en la mezcla para esto se diseñaron 5 grupos, cada uno con su respectivo reemplazo de 25 en 25 %

y también se elaboró de para las rupturas para las diferentes edades que son 7, 14 y 28 días respectivamente.

CANTIDAD DE MUESTRAS ELABORADAS CON DIFERENTES PORCENTAJES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)				
Edades	7 días	14 días	28 días	Total de Probetas
EPS Incorp.				
Grupo 1 (0%)	2	2	2	6
Grupo 2 (25%)	2	2	2	6
Grupo 3 (50%)	2	2	2	6
Grupo 4 (75%)	2	2	2	6
Grupo 5 (100%)	2	2	2	6

Tabla 15: Cantidad de Muestras por grupo.

FUENTE: Propio

Número total de probetas a elaborar: **30 Muestras para estudio.**

4.1.6 FRAGUADO

Es un procedimiento muy sencillo para a la vez muy importante ya que de esto dependerá la resistencia final del concreto, consistió en retirar las probetas del molde donde fueron vaciadas ´cuando ya fraguaron lo suficiente para soportar el estar sumergidas en agua, después de esto se procedió a retirarlas del agua en los días establecidos para sus respectivos ensayos de rotura.

4.1.7 DENSIDAD DE LAS PROBETAS

Se determinará la densidad de las probetas basándonos en su peso y volumen realizando un cociente entre ambos datos que se extraerán de las muestras cilíndricas físicas para de esta manera ubicarlas dentro del rango que le corresponde a cada diseño de mezcla.

CONCRETO	TIPO	DENSIDAD (Kg/m ³)	Porcentaje (%)
NORMAL	CONVENCIONAL	2200 -2400	91 - 100
LIGERO	ALTA DENSIDAD	1600 - 2200	67 - 91
	DENSIDAD MEDIA	1000 - 1600	42 - 67
	BAJA DENSIDAD	300 - 1000	0- 42

Tabla 16: Tipos de Concreto según su densidad.

FUENTE: Tabla Propia

4.1.8 PRUEBAS DE ENSAYO A COMPRESIÓN (N.T.P. 339.034)

Es la prueba final de la investigación, se realizó con las muestras cilíndricas elaboradas en el laboratorio en la cual se procedió a retirar las muestras que estaban sumergidas en el agua en los días respectivos para su ensayo y luego procederlas a secarlas por el tiempo necesario.

Este procedimiento comprendió dos fases muy importantes los cuales se hicieron según la norma técnica peruana que lo abarca estos procedimientos fueron:

Calibración de la máquina:

La calibración de la máquina comprende el recargue de la bomba por un periodo de 10 minutos aprox. También comprende colocar los datos necesarios en el sistema como la velocidad y aceleración de la válvula que realizará la ruptura, para esto los datos fueron:

- ✓ Velocidad : 0.25 ± 0.05 MPa/s
- ✓ Aceleración : 0.10 ± 0.03 MPa/s²

Ensayo de las Muestras:

Se procedió a ensayar las muestras de concreto en las fechas correspondientes de sus edades a partir del vaciado, para esto una vez que la máquina estuvo calibrada y lista para el ensayo, se procedió a colocar las probetas con unos bloques de carga tanto en la parte superior como la inferior para después colocar dentro de la máquina y dar inicio al ensayo.

Luego de esto se realizó las rupturas de cada probeta en los días establecidos recopilando la información y datos que nos entregaba la máquina después de cada ensayo.

Finalmente, después de la ruptura de todas las probetas se procedió a elaborar los cuadros estadísticos para finalmente dar validez o no a la hipótesis y dar sus conclusiones respectivas.



Ilustración 42: Calibración de la máquina para Ensayo de Rotura.

FUENTE: PROPIA

4.2 PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.2.1 ENSAYO DE AGREGADOS

4.2.1.1 AGREGADO FINO

Se presentan los datos obtenidos en todos los ensayos.

GRANULOMETRÍA – MÓDULO DE FINEZA

DATOS DE LA MUESTRA								
MUESTRA	AGREGADO FINO	N° DE ENSAYO 1				Peso inicial seco : 2500 g		
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUSO NTP 400.037		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
N° 4	4.750	71.31	2.9	2.85	97.15	95	100	Tamaño maximo = ----
N° 8	2.380	54.03	2.2	5.01	94.99	80	100	Tamaño Maximo Nominal = ----
N° 16	1.190	450.50	18.0	23.03	76.97	50	85	Modulo de Fineza = 2.82
N° 30	0.595	996.60	39.9	62.90	37.10	25	60	
N° 50	0.297	649.00	26.0	88.86	11.14	5	30	
N° 100	0.148	274.56	11.0	99.84	0.16	0	10	
FONDO		4.00	0.2	100.00	0.00			

Tabla 17: Granulometría y módulo de fineza del agregado fino.

FUENTE: Propia

CURVA GRANULOMETRICA

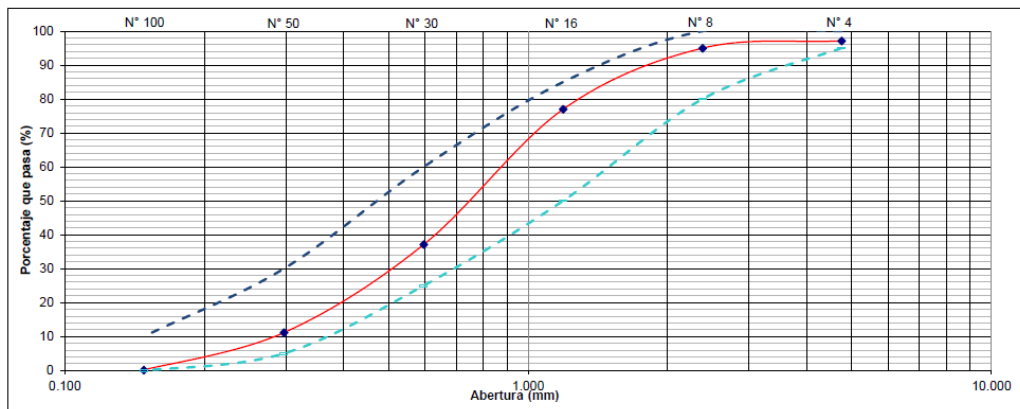


Gráfico 12: Curva Granulométrica del Agregado Fino.

FUENTE: Propia

PESO UNITARIO SUELTO

AGREGADO FINO							
PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	6.19	6.19	6.19	6.19
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	9.73	9.72	9.74	9.73
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	3.54	3.53	3.54	3.54
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m3	0.002	0.002	0.002	0.0022
CALCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m3	1.607	1.605	1.611	1.608

Tabla 18: Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.

FUENTE: Propia

PESO UNITARIO COMPACTADO

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	6.19	6.19	6.19	6.19
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	10.05	10.04	10.06	10.05
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	3.86	3.85	3.87	3.86
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.002	0.002	0.002	0.0022
CALCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	$(B - A)/C$	kg/m ³	1.755	1.751	1.758	1.755

Tabla 19: Peso Unitario Compactado del Agregado Fino.

FUENTE: Propia

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

PESO ESPECIFICO (ASTM C 131)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL PICNÓMETRO	A	gr	176.50	176.50	176.50	176.50
2	PESO DE LA MUESTRA	B	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
3	PESO DE LA MUESTRA + PICNOMETRO	A + B	gr	676.50	676.50	676.50	676.50
4	PESO DE LA MUESTRA + PIC. + AGUA	A + B + Va	gr	976.50	976.40	976.60	976.50
5	PESO O VOLUMEN DEL AGUA	Va	gr	300.00	299.90	300.10	300.00
6	PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	W	gr	494.00	493.00	495.00	494.00
7	VOLUMEN DEL PICNOMETRO	V	cm ³	500.00	500.00	500.00	500.00
CALCULO							
6	PESO ESPECIFICO APARENTE	$W/((V-Va)-(500-W))$	gr/cm ³	2.546	2.553	2.540	2.546
7	PESO ESPECIFICO DE MASA (S.S.S.)	$500/(V-Va)$	gr/cm ³	2.500	2.499	2.501	2.500
8	PESO ESPECIFICO DE MASA	$W/(V-Va)$	gr/cm ³	2.470	2.464	2.476	2.470

Tabla 20: Peso Especifico del Agregado Fino.

FUENTE: Propia

ABSORCIÓN

ABSORCION (Abs %) (ASTM C 131)			
MUESTRA	PSSS	PMSH	Ab%
M - 1	500.00	494.00	1.21%
M - 2	500.00	493.00	1.42%
M - 3	500.00	495.00	1.01%
Ab%PROMEDIO			1.21%

Tabla 21: Absorción del Agregado Fino.

FUENTE: Propia

HUMEDAD

AGREGADO FINO			
ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		1	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1527.90	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1500.10	g
PESO DEL TARRO	gr	429.50	g
PESO DE AGUA	gr	27.80	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1070.60	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.597%	%

ENSAYO N° 02			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		2	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1528.80	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1501.00	g
PESO DEL TARRO	gr	429.50	g
PESO DE AGUA	gr	27.80	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1071.50	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.594%	%

ENSAYO N° 03			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1527.60	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1499.90	g
PESO DEL TARRO	gr	429.50	g
PESO DE AGUA	gr	27.70	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1070.40	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.588%	%

PROMEDIO		2.593%	
----------	--	--------	--

Tabla 22: Humedad del Agregado Fino.

FUENTE: Propia

4.2.1.2 AGREGADO GRUESO

GRANULOMETRÍA, TAMAÑO MÁXIMO, TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL Y MÓDULO DE FINEZA

DATOS DE LA MUESTRA								
MUESTRA	AGREGADO GRUESO	N° 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	107.00	4.3	4.28	95.72	90	100	Tamaño Maximo Nominal = 3 / 4"
1 / 2"	12.700	992.60	39.7	43.99	56.01	55	78	Modulo de Fineza = 6.79
3 / 8"	9.525	776.20	31.1	75.05	24.95	20	55	
N° 4	4.750	615.90	24.6	99.69	0.31	0	10	
FONDO		7.80	0.3	100.00	0.00			

Tabla 23: Granulometría, Tamaño Máximo, Tamaño Máximo Nominal y Módulo de Fineza del Agregado Grueso.

FUENTE: Propia

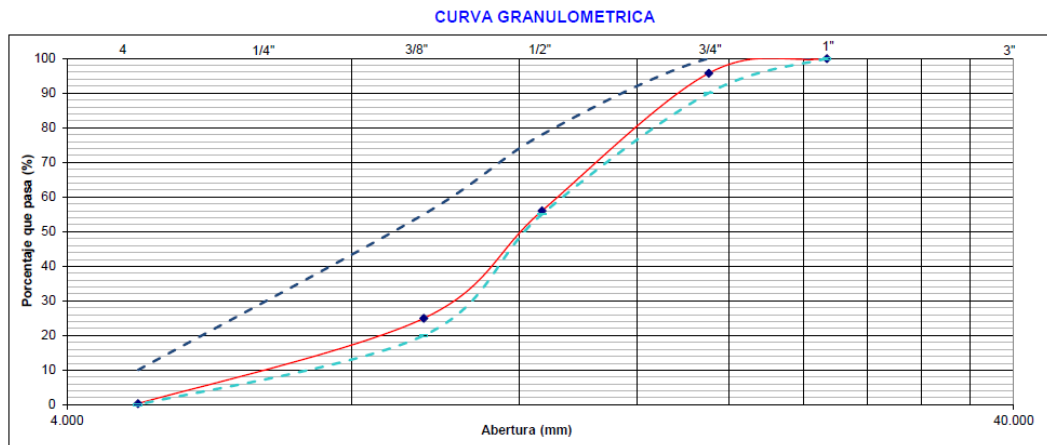


Gráfico 13: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.

FUENTE: Propia

PESO UNITARIO SUELTO

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	6.19	6.19	6.19	6.19
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	9.09	9.10	9.08	9.09
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	2.90	2.91	2.89	2.90
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.002	0.002	0.002	0.0022
CALCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m ³	1.318	1.323	1.313	1.318

Tabla 24: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.

FUENTE: Propia

PESO UNITARIO COMPACTADO

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	6.19	6.19	6.19	6.19
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	9.48	9.49	9.46	9.48
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	3.29	3.30	3.27	3.29
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.002	0.002	0.002	0.0022
CALCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m ³	1.494	1.498	1.488	1.493

Tabla 25: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.

FUENTE: Propia

PESO ESPECÍFICO

PESO ESPECÍFICO (ASTM C 131)							
N°	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	2464.00	2486.00	2451.00	2467.00
2	PSSS	B	gr	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00
3	PSSS SUMERGIDO + CANASTILLA		gr	2431.00	2427.00	2431.00	2429.67
4	PESO DE LA CANASTILLA		gr	912.00	912.00	912.00	912.00
5	PSSS SUMERGIDO	C	gr	1519.00	1516.00	1521.00	1518.67

CALCULO							
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(A-C)	gr/cm3	2.607	2.563	2.635	2.602
7	PESO ESPECÍFICO DE MASA (S.S.S.)	B/(B-C)	gr/cm3	2.548	2.541	2.554	2.548
8	PESO ESPECÍFICO DE MASA	A/(B-C)	gr/cm3	2.512	2.526	2.504	2.514

Tabla 26: Peso Específico del Agregado Grueso.

FUENTE: Propia

ABSORCIÓN

ABSORCION (Abs %) (ASTM C 131)			
MUESTRA	PSSS	PMSH	Ab%
M - 1	2500.00	2464.00	1.46%
M - 2	2500.00	2486.00	0.56%
M - 3	2500.00	2451.00	2.00%
Ab%PROMEDIO			1.34%

Tabla 27: Absorción del Agregado grueso.

FUENTE: Propia

HUMEDAD

AGREGADO GRUESO			
ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		1	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1629.90	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1625.50	g
PESO DEL TARRO	gr	440.50	g
PESO DE AGUA	gr	4.40	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1185.00	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.371%	%

ENSAYO N° 02			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		2	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1630.50	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1626.80	g
PESO DEL TARRO	gr	440.50	g
PESO DE AGUA	gr	3.70	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1186.30	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.312%	%

ENSAYO N° 03			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1629.40	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1624.70	g
PESO DEL TARRO	gr	440.50	g
PESO DE AGUA	gr	4.70	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1184.20	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.397%	%

PROMEDIO		0.360%	
----------	--	--------	--

Tabla 28: Humedad del Agregado Grueso.

FUENTE: Propia

4.2.2 DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI			
TESIS: "Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019			
LABORATORIO DE LA E.F.P. DE INGENIERÍA CIVIL - UNDAC			
Fecha de Diseño	: 07/11/2019		
Teelista	: Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA		
Revisado por	: Ing. Erick CHÁVEZ RÍOS - Jefe de Laboratorio de la E.F.P. de Ingeniería Civil		
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO			
Cantera de donde se extraen los materiales : CANTERA COCHAMARCA			
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c) =	210	kg / cm ²	
Según la TABLA de resistencia a la compresión promedio (210-350):	84		
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr) =	294	kg / cm ²	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa	: 2.47	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	: 3/4 "
Absorción (%)	: 1.21	Peso seco compactado (kg / m ³)	: 1493.00
Contenido de Humedad (%)	: 2.59	Peso específico de masa	: 2.51
Módulo de finura	: 2.82	Absorción (%)	: 1.34
		Contenido de Humedad (%)	: 0.36
CEMENTO		AGUA	
Tipo de Cemento Portland a usar	: ANDINO	Tipo de Agua	: Potable
Peso Especifico	: 3.12	Peso específico	: 1.0
DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del Asentamiento	:	Tipo de consistencia	: Plástica
		Asentamiento	: 3" a 4"
Tipo de Concreto a diseñar	:	Concreto sin aire incorporado	
Volumen unitario de Agua	:	205.00	lt / m ³
Contenido de aire total	:	2.00	%
Relación Agua / Cemento	:	0.5584	
Factor cemento	:	Factor Cemento =	367.00 Kg / m ³
		Factor Cemento =	8.6 Bolsas / m ³
Contenido de Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :		0.618	m ³
Agregado Grueso Peso del Agregado Grueso :		922.674	Kg / m ³
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales	Cemento	: 0.118	m ³
	Agua	: 0.205	m ³
	Aire	: 0.020	m ³
	Agregado Grueso	: 0.367	m ³
	Suma de Volúmenes	: 0.710	m ³
Contenido de Agregado Fino	Volumen Absoluto de Agregado Fino	: 0.290	m ³
	Peso del Agregado Fino seco	: 717	Kg / m ³
Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m ³ .	Cemento	: 367.00	Kg / m ³
	Agua de diseño	: 205.00	lt / m ³
	Agregado Fino seco	: 717.00	Kg / m ³
	Agregado Grueso seco	: 923.00	Kg / m ³
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	: 42.50	Kg / saco
	Agua de diseño	: 23.74	lt / saco
	Agregado Fino seco	: 83.03	Kg / saco
	Agregado Grueso seco	: 106.89	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado.	Cemento	: 1	
	Agregado fino seco	: 1.95	
	Agregado grueso seco	: 2.51	
	Agua de Diseño	: 23.7	lt / saco

Tabla 29: Diseño de Mezcla por el método ACI.

FUENTE: Propia

CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO			
Cantera de donde se extraen los materiales:		CANTERA COCHAMARCA	
Contenido de Humedad de los Agregados	Agregado Fino	: 2.59	%
	Agregado Grueso	: 0.36	%
Peso Húmedo de los Agregados	Agregado Fino	: 736.00	Kg / m3
	Agregado Grueso	: 926.00	Kg / m3
Humedad Superficial de los Agregados	Agregado Fino	: 1.38	%
	Agregado Grueso	: -0.98	%
Aporte de Humedad de los Agregados	Agregado Fino	: 10.00	lt / m3
	Agregado Grueso	: -9.00	lt / m3
	Aporte Total	: 1.00	lt / m3
Agua Efectiva	Agua Efectiva	: 204.00	lt / m3
Relación Agua / Cemento de Diseño		0.56	
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m3.	Cemento	: 367.00	Kg / m3
	Agua Efectiva	: 204.00	lt / m3
	Agregado Fino Húmedo	: 736.00	Kg / m3
	Agregado Grueso Húmedo	: 926.00	Kg / m3
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	: 42.5	Kg / saco
	Agua Efectiva	: 23.6	lt / saco
	Agregado fino húmedo	: 85.2	Kg / saco
	Agregado grueso húmedo	: 107.2	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.	Cemento	: 1	
	Agregado fino húmedo	: 2.01	
	Agregado grueso húmedo	: 2.52	
	Agua Efectiva	: 23.6	lt / saco
Proporción en volumen de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.	Cemento	: 1	
	Agregado fino húmedo	: 1.82	
	Agregado Grueso húmedo	: 2.86	
	Agua efectiva	: 23.64	lt/saco

Tabla 30: Correcciones por humedad del diseño de mezcla.

FUENTE: Propia

	PROPORCIONES EN VOLUMEN PARA LOS GRUPOS CON DIFERENTES PORCENTAJES DE EPS PARA IR REEMPLAZANDO PROGRESIVAMENTE CON EL AGREGADO GRUESO				
	GRUPO A - 0% DISEÑO ACI	GRUPO B - 25%	GRUPO C - 50%	GRUPO D - 75%	GRUPO E - 100%
Cemento	1	1	1	1	1
Agregado Fino	1.82	1.82	1.82	1.82	1.82
Agregado Grueso	2.86	2.145	1.43	0.715	0
EPS	0	0.715	1.43	2.145	2.86
Agua (Lt./Bolsa)	23.64	23.64	23.64	23.64	23.64

Tabla 31: Proporciones Modificadas para la Incorporación de EPS en los diferentes grupos.

FUENTE: Propia

4.2.3 DENSIDAD DE LAS PROBETAS

DENSIDAD DEL GRUPO "A" – 0% DE EPS

GRUPO A - CONTENIDO EPS AL 0%						
N° CILINDRO	VOLUMEN (Cm3)	PESO (kg)	DENSIDAD (kg/m3)	% DE DENSIDAD	TIPO DE CONCRETO	DENSIDAD PROMEDIO
1A - 1	5292.60	12.248	2314.18	96.42	CONVENCIONAL	2319.13
1A - 2	5363.40	12.465	2324.09	96.84	CONVENCIONAL	
2A - 1	5407.99	12.567	2323.78	96.82	CONVENCIONAL	2322.25
2A - 2	5319.05	12.344	2320.72	96.70	CONVENCIONAL	
3A - 1	5425.78	12.578	2318.19	96.59	CONVENCIONAL	2321.37
3A - 2	5435.03	12.634	2324.55	96.86	CONVENCIONAL	
CONCRETO NORMAL				96.70	CONVENCIONAL	2320.92

Tabla 32: Densidad de las Probetas del grupo A.

FUENTE: Propia

DENSIDAD DEL GRUPO "B" – 25% DE EPS

GRUPO B - CONTENIDO EPS AL 25%						
N° CILINDRO	VOLUMEN (Cm3)	PESO (kg)	DENSIDAD (kg/m3)	% DE DENSIDAD	TIPO DE CONCRETO	DENSIDAD PROMEDIO
1A - 1	5292.60	11.620	2195.52	91.48	DENSIDAD ALTA	2193.61
1A - 2	5363.40	11.755	2191.71	91.32	DENSIDAD ALTA	
2A - 1	5407.99	11.864	2193.79	91.41	DENSIDAD ALTA	2195.78
2A - 2	5319.05	11.690	2197.76	91.57	DENSIDAD ALTA	
3A - 1	5425.78	11.534	2125.78	88.57	DENSIDAD ALTA	2096.37
3A - 2	5435.03	11.234	2066.96	86.12	DENSIDAD ALTA	
CONCRETO LIGERO				90.080	DENSIDAD ALTA	2161.92

Tabla 33: Densidad de las Probetas del grupo B.

FUENTE: Propia

DENSIDAD DEL GRUPO "C" – 50% DE EPS

GRUPO C - CONTENIDO EPS AL 50%						
N° CILINDRO	VOLUMEN (Cm3)	PESO (kg)	DENSIDAD (kg/m3)	% DE DENSIDAD	CLASIFICACIÓN	DENSIDAD PROMEDIO
1A - 1	5327.94	10.918	2049.20	85.38	DENSIDAD ALTA	2014.29
1A - 2	5327.94	10.546	1979.38	82.47	DENSIDAD ALTA	
2A - 1	5407.99	10.643	1968.01	82.00	DENSIDAD ALTA	1967.83
2A - 2	5319.05	10.466	1967.65	81.99	DENSIDAD ALTA	
3A - 1	5425.78	10.870	2003.40	83.47	DENSIDAD ALTA	1987.70
3A - 2	5399.10	10.647	1972.00	82.17	DENSIDAD ALTA	
CONCRETO LIGERO				82.914	DENSIDAD ALTA	1989.94

Tabla 34: Densidad de las Probetas del grupo C.

FUENTE: Propia

DENSIDAD DEL GRUPO "D" – 75% DE EPS

GRUPO D - CONTENIDO EPS AL 75%						
N° CILINDRO	VOLUMEN (Cm3)	PESO (kg)	DENSIDAD (kg/m3)	% DE DENSIDAD	CLASIFICACIÓN	DENSIDAD PROMEDIO
1A - 1	5327.94	9.544	1791.31	74.64	DENSIDAD ALTA	1801.63
1A - 2	5327.94	9.654	1811.96	75.50	DENSIDAD ALTA	
2A - 1	5407.99	9.324	1724.11	71.84	DENSIDAD ALTA	1723.49
2A - 2	5319.05	9.164	1722.87	71.79	DENSIDAD ALTA	
3A - 1	5425.78	9.523	1755.14	73.13	DENSIDAD ALTA	1773.55
3A - 2	5399.10	9.675	1791.97	74.67	DENSIDAD ALTA	
CONCRETO LIGERO				73.593	DENSIDAD ALTA	1766.23

Tabla 35: Densidad de las Probetas del grupo D.

FUENTE: Propia

DENSIDAD DEL GRUPO "E" – 100% DE EPS

GRUPO E - CONTENIDO EPS AL 100%						
N° CILINDRO	VOLUMEN (Cm3)	PESO (kg)	DENSIDAD (kg/m3)	% DE DENSIDAD	CLASIFICACIÓN	DENSIDAD PROMEDIO
1A - 1	5327.94	8.153	1530.23	63.76	DENSIDAD MEDIA	1525.45
1A - 2	5327.94	8.102	1520.66	63.36	DENSIDAD MEDIA	
2A - 1	5443.99	8.243	1514.15	63.09	DENSIDAD MEDIA	1529.02
2A - 2	5319.05	8.212	1543.89	64.33	DENSIDAD MEDIA	
3A - 1	5425.78	8.176	1506.88	62.79	DENSIDAD MEDIA	1524.31
3A - 2	5399.10	8.324	1541.74	64.24	DENSIDAD MEDIA	
CONCRETO LIGERO				63.594	DENSIDAD MEDIA	1526.258

Tabla 36: Densidad de las Probetas del grupo E.

FUENTE: Propia

4.2.4 ENSAYOS DE ROTURA A COMPRESIÓN

RESULTADOS ENSAYO DE ROTURA 0%

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kglcm2				
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	AREA om	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kglcm2)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO
1A - 1	08/11/2019	15/11/2019	7	176.7	27213	153.99	73.33%	153.12
1A - 2	08/11/2019	15/11/2019	7	179.1	27263	152.24	72.50%	
2A - 1	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	32060	180.22	85.82%	179.64
2A - 2	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	31853	179.06	85.26%	
3A - 1	08/11/2019	06/12/2019	28	177.9	37454	210.54	100.26%	212.97
3A - 2	08/11/2019	06/12/2019	28	179.1	38575	215.41	102.58%	

Tabla 37: Resultados del Ensayo a Compresión – Grupo A.

FUENTE: Propia

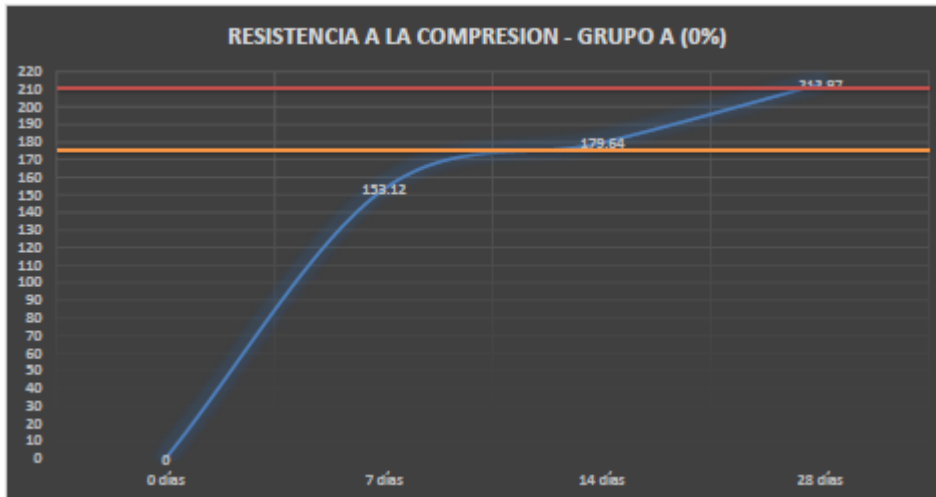


Gráfico 14: Curva Resistencia a la Compresión vs. Edad del Grupo A.

FUENTE: Propia

RESULTADOS ENSAYOS DE ROTURA 25%

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm ²				
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO
1B - 1	08/11/2019	15/11/2019	7	176.7	26079	147.58	70.27%	146.74
1B - 2	08/11/2019	15/11/2019	7	179.1	26127	145.90	69.47%	
2B - 1	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	30526	171.60	81.71%	172.15
2B - 2	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	30724	172.71	82.24%	
3B - 1	08/11/2019	06/12/2019	28	177.9	35893	201.77	96.08%	204.10
3B - 2	08/11/2019	06/12/2019	28	179.1	36967	206.43	98.30%	

Tabla 38: Resultados del Ensayo a Compresión – Grupo B.

FUENTE: Propia

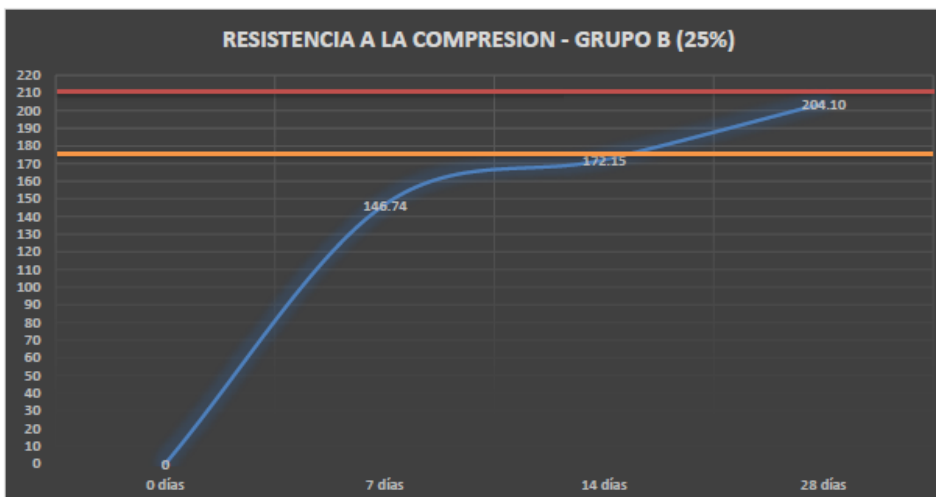


Gráfico 15: Curva Resistencia a la Compresión vs. Edad del Grupo B.

FUENTE: Propia

RESULTADOS ENSAYO DE ROTURA 50%

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm ²				
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	AREA cm ²	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO
1C - 1	08/11/2019	15/11/2019	7	177.9	24945	140.22	66.77%	140.35
1C - 2	08/11/2019	15/11/2019	7	177.9	24991	140.48	66.90%	
2C - 1	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	29199	164.14	78.16%	164.67
2C - 2	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	29388	165.20	78.67%	
3C - 1	08/11/2019	06/12/2019	28	177.9	34332	192.99	91.90%	195.88
3C - 2	08/11/2019	06/12/2019	28	177.9	35360	198.77	94.65%	

Tabla 39: Resultados del Ensayo a Compresión – Grupo C.

FUENTE: Propia

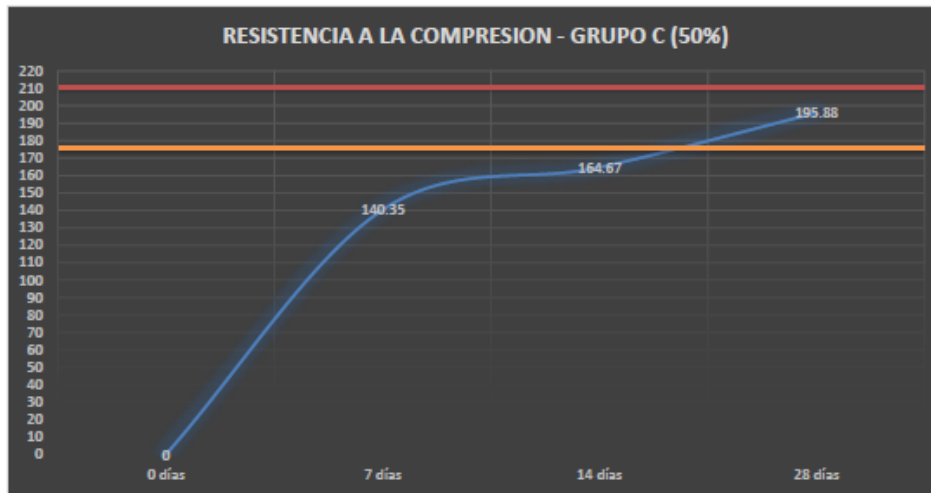


Gráfico 16: Curva Resistencia a la Compresión vs. Edad del Grupo C.

FUENTE: Propia

RESULTADOS ENSAYO DE ROTURA 75%

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm ²				
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	AREA cm ²	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO
1D - 1	08/11/2019	15/11/2019	7	177.9	23811	133.85	63.74%	133.97
1D - 2	08/11/2019	15/11/2019	7	177.9	23855	134.10	63.86%	
2D - 1	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	27872	156.67	74.61%	157.18
2D - 2	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	28052	157.69	75.09%	
3D - 1	08/11/2019	06/12/2019	28	177.9	32772	184.22	87.72%	186.98
3D - 2	08/11/2019	06/12/2019	28	177.9	33752	189.73	90.35%	

Tabla 40: Resultados del Ensayo a Compresión – Grupo D.

FUENTE: Propia

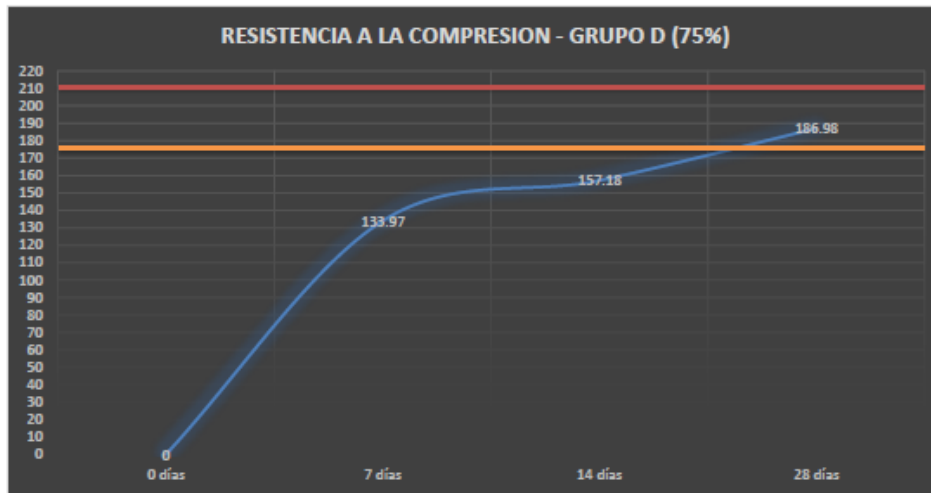


Gráfico 17: Curva Resistencia a la Compresión vs. Edad del Grupo D.

FUENTE: Propia

RESULTADOS ENSAYO DE ROTURA 100%

RESISTENCIA DE DISEÑO		210		Kg/cm ²				
N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	AREA cm ²	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	PROMEDIO
1E - 1	08/11/2019	15/11/2019	7	177.9	21625	121.56	57.89%	125.25
1E - 2	08/11/2019	15/11/2019	7	177.9	22938	128.94	61.40%	
2E - 1	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	26800	150.65	71.74%	151.14
2E - 2	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	26973	151.63	72.20%	
3E - 1	08/11/2019	06/12/2019	28	177.9	31511	177.14	84.35%	177.85
3E - 2	08/11/2019	06/12/2019	28	177.9	31766	178.57	85.03%	

Tabla 41: Resultados del Ensayo a Compresión – Grupo E.

FUENTE: Propia

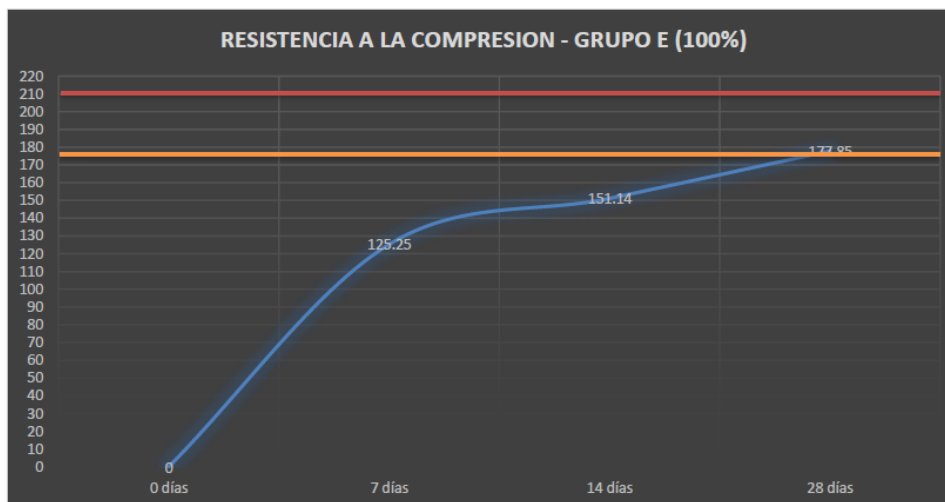


Gráfico 18: Curva Resistencia a la Compresión vs. Edad del Grupo E.

FUENTE: Propia

CONSOLIDADO DE LOS RESULTADOS EN TODOS LOS GRUPOS

RESISTENCIA DE DISEÑO 210 Kg/cm ²										
EPS	N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
0%	1A	08/11/2019	15/11/2019	7	177.9	27239	153.12	72.91%	CONO Y CORTE	153.12
	2A	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	31957	179.64	85.54%	CONO	179.64
	3A	08/11/2019	06/12/2019	28	178.5	38012	212.97	101.41%	CONO Y CORTE	212.97
25%	1B	08/11/2019	15/11/2019	7	177.9	26104	146.74	69.88%	CONO Y CORTE	146.74
	2B	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	30625	172.15	81.98%	CONO	172.15
	3B	08/11/2019	06/12/2019	28	178.5	36429	204.10	97.19%	CONO Y CORTE	204.10
50%	1C	08/11/2019	15/11/2019	7	177.9	24967	140.35	66.83%	CONO Y CORTE	140.35
	2C	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	29294	164.67	78.41%	CONO	164.67
	3C	08/11/2019	06/12/2019	28	177.9	34846	195.88	93.28%	CONO Y CORTE	195.88
75%	1D	08/11/2019	15/11/2019	7	177.9	23833	133.97	63.80%	CONO Y CORTE	133.97
	2D	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	27961	157.18	74.85%	CONO Y CORTE	157.18
	3D	08/11/2019	06/12/2019	28	177.9	33263	186.98	89.04%	CONO Y CORTE	186.98
100%	1E	08/11/2019	15/11/2019	7	177.9	22281	125.25	59.64%	CONO Y CORTE	125.25
	2E	08/11/2019	22/11/2019	14	177.9	26887	151.14	71.97%	CONO Y CORTE	151.14
	3E	08/11/2019	06/12/2019	28	177.9	31639	177.85	84.69%	CONO Y CORTE	177.85

Tabla 42: Consolidado Promedio y Resumen de los Resultados.

FUENTE: Propia

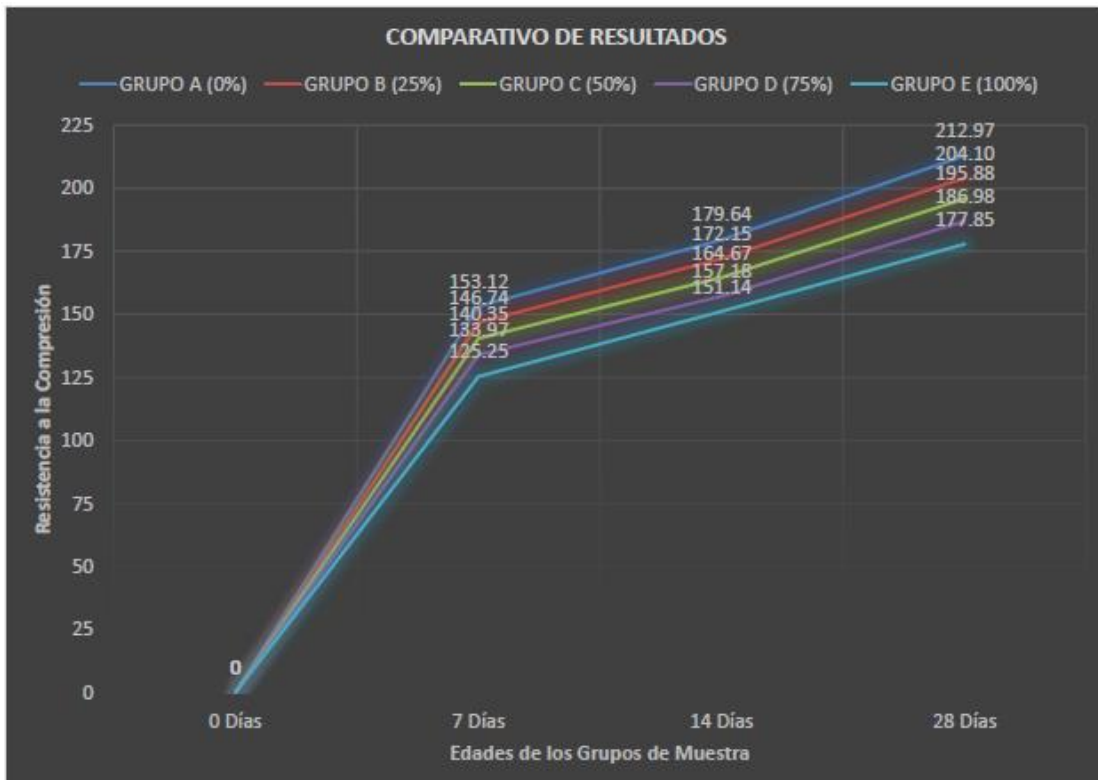


Gráfico 19: Comparativo de Resultados de los Ensayos a Compresión.

FUENTE: Propia

4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1 HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADA

La influencia de las perlas de poliestireno expandido EPS en la obtención de un concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC nos determina si su uso es factible en diferentes ámbitos del sector construcción sin afectar a su calidad.

4.3.2 PRUEBA DE LA HIPÓTESIS GENERAL PLANTEADA

Al realizar las pruebas de resistencia a la compresión y después de obtener los datos de las probetas que fueron incorporadas con perlas de poliestireno expandido (EPS) en forma progresiva en reemplazo del agregado grueso se verificó que si es factible tener un concreto ligero de buena calidad y además que se podría dar una variedad de otros usos dando validez a la hipótesis general planteada.

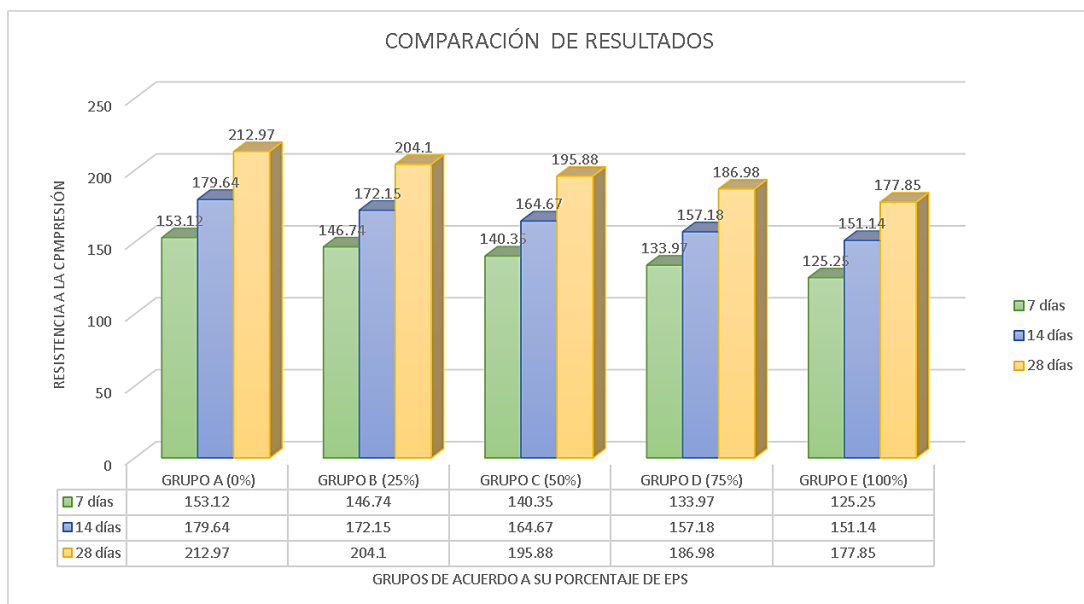


Gráfico 20: Comparación de Resultados Obtenidos.

FUENTE: Propia

4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Del gráfico 20, se observa que nuestra resistencia a la compresión del concreto tanto en las edades de 7, 14 y 28 días se obtuvieron resultados muy cercanos a lo esperado, esto nos permite saber que el concreto ligero puede tener muchas propiedades similares al concreto convencional.

En el gráfico 18, se observa que el grupo de probetas con 100% de poliestireno expandido incorporado llegaron a tener una resistencia de 177.85 kg/cm² a los 28 días, el cuál podríamos decir que pertenece al rango estructural el cual podría utilizarse en zonas donde se podrían requerir concretos con esta resistencia a la compresión como cimientos o sobre cimientos reforzados el cual sería beneficioso a nivel de costo.

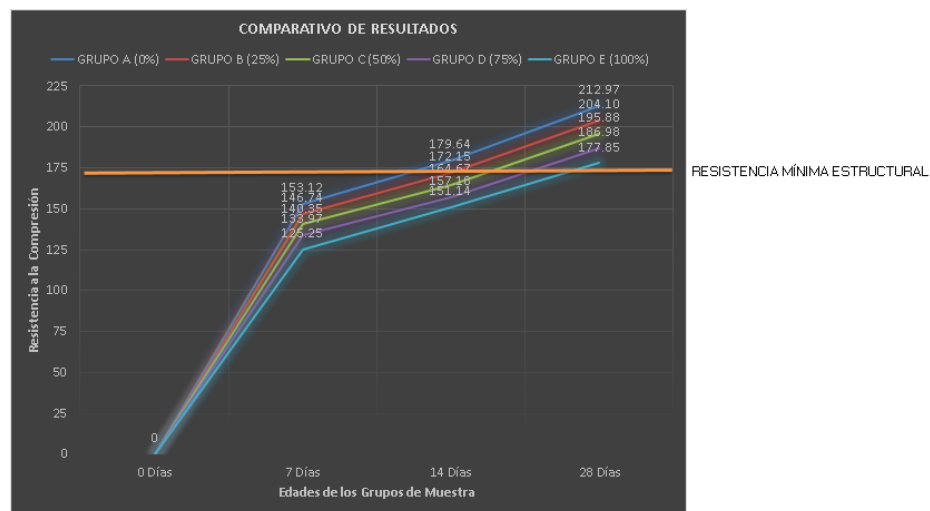


Gráfico 21: Comparativo Final con Respecto a la Resistencia Mínima Estructural.

FUENTE: Propia

Finalmente, en el gráfico 21 se puede observar que la mayoría de las probetas alcanzaron resistencias aceptables a los 28 días, para usarlas en algunos elementos que podrían trabajar soportando cargas, y también es completamente aceptable para usos que no son netamente estructurales.

CONCLUSIONES

1. En el gráfico 19, se puede ver que las resistencias alcanzadas de las probetas son muy cercanas a las resistencias que son de uso estructural por lo que podemos decir que el concreto ligero que se ha obtenido es de buena calidad.
2. Se sabe que el poliestireno expandido es un material aligerante que últimamente se ha visto muy utilizado con el concreto de diferentes formas y métodos.
3. Cuando se realizaron los ensayos de rotura se verificaron que la mayor parte de las fracturas que se presentaban solo eran en la parte superior esto debido a que el poliestireno tendía a tratar de flotar dentro del concreto a pesar del vibrado.
4. Se verificó también que las probetas mantenían su resistencia en la parte central ya que mantenían su forma sin ningún tipo de fractura, dándonos una conclusión de que el concreto a pesar de ser ligero puede soportar y absorber las cargas en los puntos críticos es decir donde se concentre el mayor esfuerzo.
5. Según la Norma Técnica Peruana las fracturas que se presentaron fueron las de tipo 5 y 6 tal y como se indica en el esquema y pues esto nos conlleva a decir que el concreto ligero diseñado es de buena calidad para ser aplicada en zonas de baja intensidad sísmica ya que no falla o no se ve que falla por corte.
6. Finalmente, se concluye en que esta investigación fue un aporte relevante para nuestra casa superior de estudios.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda seguir los procedimientos que se indican en las Normas Técnicas para tener resultados más confiables.
2. Se recomienda tener en cuenta el clima donde se aplica los ensayos ya que el curado y demás procedimientos que tienen que ver con la humedad pueden ser afectados ya que la mayoría de Normas Técnicas Peruana son estudios que fueron llevados en climas cálidos, más esta investigación fue llevada en la zona sierra del Perú en épocas de invierno donde hay mucho más frío.
3. Se recomienda evaluar nuevas investigaciones con respecto a este material ya que su uso se puede aplicar de múltiples maneras y esto conllevaría a amplios temas de investigación.
4. Se recomienda motivar a los estudiantes a la realización de su tesis en la etapa culminante de la carrera profesional ya que los conocimientos se encuentran en un estado más reciente y a su vez la investigación permite actualizarse con las nuevas ciencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Alex, C. G. (2018). *INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE PERLAS DE POLIESTIRENO SOBRE PESO UNITARIO, RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y ASENTAMIENTO EN UN CONCRETO LIVIANO ESTRUCTURAL PARA LOSAS ALIGERADAS*, TRUJILLO 2018. Trujillo.
- CHICO, H. E. (2017). "CONCRETO LIVIANO A BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA FABRICACIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA NO ESTRUCTURAL - CAJAMARCA". Cajamarca.
- GUEVARA, M. E. (2015). "PAVIMENTOS RÍGIDOS REFORZADOS CON FIBRAS DE ACERO VERSUS PAVIMENTOS TRADICIONALES". Lima.
- CARRILLO, M. I. (2014). DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LOS AGREGADOS. GUIA DE LABORATORIO. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA, LIMA - PERU.
- NORMA E - 060. (2006). *NORMA E - 060*. Lima, Perú: Diario El Peruano.
- NORMA TÉCNICA PERUANA. (2008). *NTP 400.011*.
- RIVA LÓPEZ, E. (2014). *Materiales para el Concreto*. Lima.
- Velez., L. M. (2010). *Permeabilidad y Porosidad del Concreto*. Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín - Colombia.
- Vásquez Salvador, H. A. (2018). *Resistencia del concreto de $f'c=210$ Kg/cm² con sustitución del agregado grueso por tecnopor en 10% y 15% - Huaraz*. Huaráz.

ANEXOS



Imagen 1: Muestra de agregado fino



Imagen 2: Cuarteo de agregado para tamizado.



Imagen 3: Serie de tamices en los que se realizó el análisis granulométrico.



Imagen 4: Muestra de agregado grueso.



Imagen 5: Cuarteo del agregado grueso hasta llegar a lo requerido.



Imagen 6: Realizando los Ensayos Granulométricos.



Imagen 7: Tamizado de Agregado Grueso.



Imagen 8: Tamizado de Agregado Fino.



Imagen 9: Horno para secado de agregados.



Imagen 10: Retirando los agregados del horno.



Imagen 11: Pesado de los agregados para los ensayos respectivos.



Imagen 12: Dosificación de Materiales.



Imagen 13: Cantidad Equivalente de EPS por Agregado Grueso.



Imagen 14: Dosificación con EPS.



Imagen 15: Trompo mecánico para mezcla.



Imagen 16: Agregando EPS en la Mezcla.



Imagen 17: Varillado en las Probetas al momento del vaciado.



Imagen 18: Cilindros vaciados con poliestireno incorporado.



Imagen 19: Curado de las Probetas.



Imagen 20: Pesado de las Probetas para determinar su densidad.



Imagen 21: Calibración de la máquina Compresora.



Imagen 22: Máquina calibrada y lista para ejecutar las roturas.



Imagen 23: Colocado de las Bases en las Probetas para su ruptura.



Imagen 24: Preparado de la rotura de las probetas.



Imagen 25: Probeta con falla en la zona superior como se ve el EPS se distribuye en todo el cilindro.



Imagen 26: Como se observa la mayoría de las Probetas Falla en una de las zonas ya sea superior o inferior.

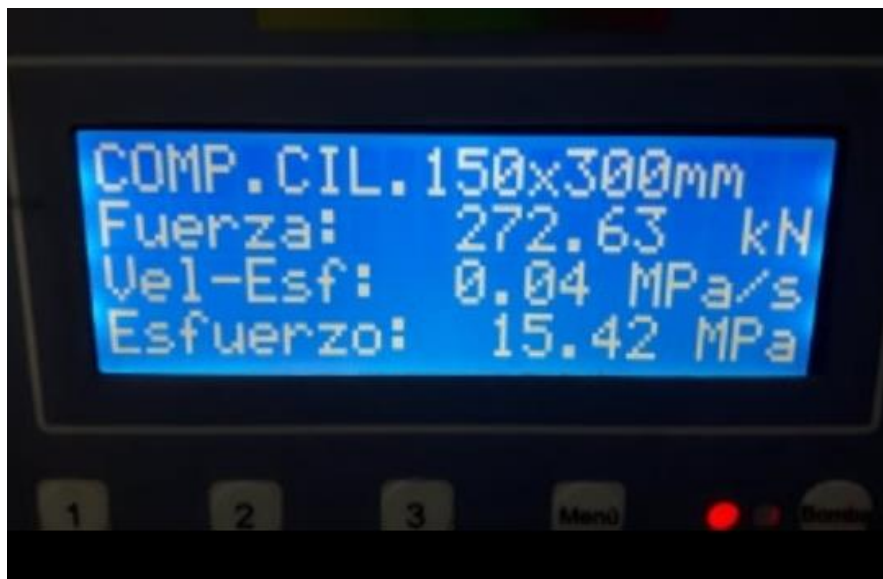


Imagen 27: Resultados de la máquina en forma digital para ser tratados de forma estadística.



Imagen 28: Más resultados de la ruptura de las Probetas.



Imagen 29: Más Resultados que se podrán apreciar en los certificados de calidad.



Imagen 30: Residuos de las Probetas que se utilizaron en la investigación.

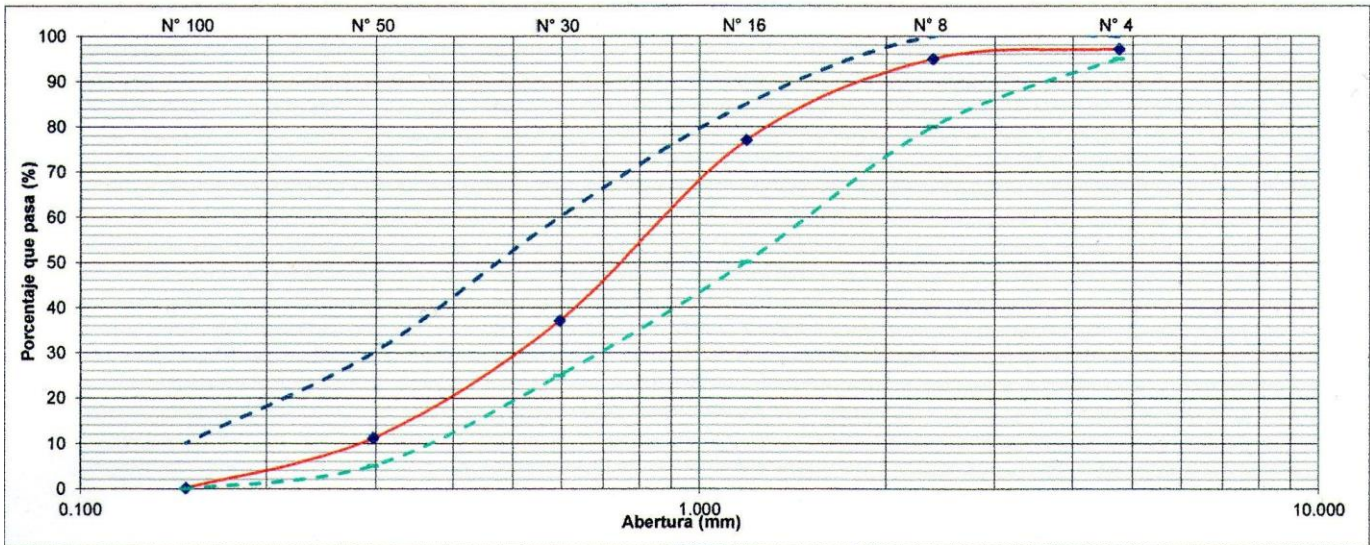


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	FECHA	: 05/11/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	: V - 01

DATOS DE LA MUESTRA								
MUESTRA	AGREGADO FINO	N° DE ENSAYO		1		Peso inicial seco	: 2500 g	
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUSO NTP 400.037		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
N° 4	4.750	71.31	2.9	2.85	97.15	95	100	Tamaño maximo = ----
N° 8	2.380	54.03	2.2	5.01	94.99	80	100	Tamaño Maximo Nominal = ----
N° 16	1.190	450.50	18.0	23.03	76.97	50	85	Modulo de Fineza = 2.82
N° 30	0.595	996.60	39.9	62.90	37.10	25	60	
N° 50	0.297	649.00	26.0	88.86	11.14	5	30	
N° 100	0.148	274.56	11.0	99.84	0.16	0	10	
FONDO		4.00	0.2	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Luis Villar REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR(e)

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Eric Miguel Chavez Rios
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007

JEFE DE LABORATORIO

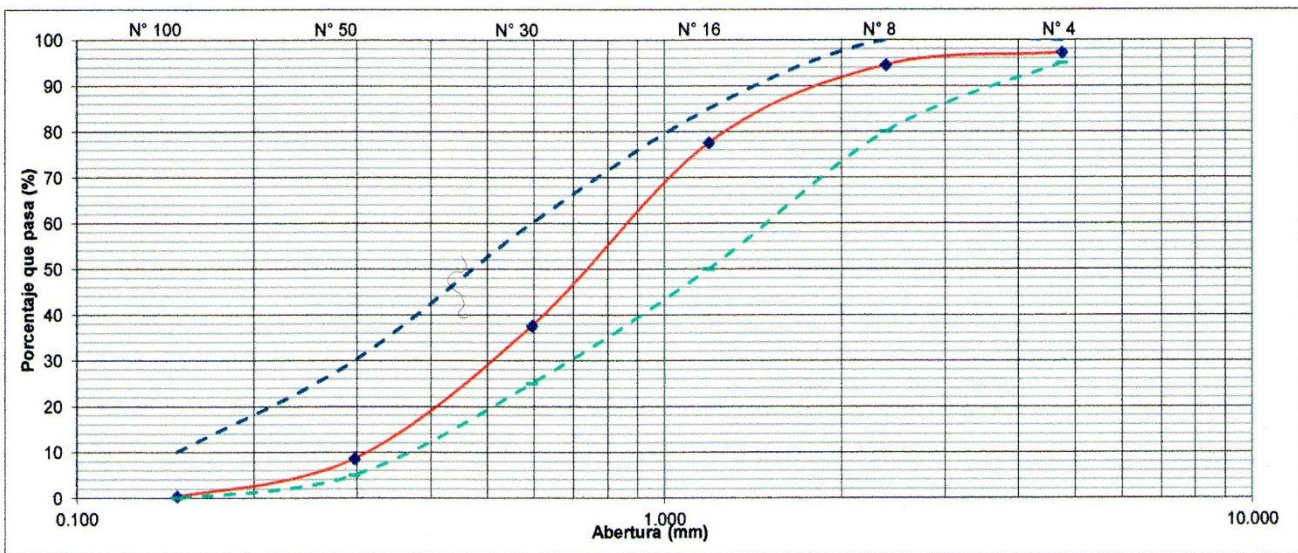


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	FECHA	: 05/11/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	: V - 01

DATOS DE LA MUESTRA								
MUESTRA	AGREGADO FINO	N° 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		
N° 4	4.750	70.22	2.8	2.81	97.19	95	100	Tamaño maximo = ---
N° 8	2.380	67.03	2.7	5.49	94.51	80	100	Tamaño Maximo Nominal = ---
N° 16	1.190	423.76	17.0	22.44	77.56	50	85	Modulo de Fineza = 2.84
N° 30	0.595	1000.01	40.0	62.44	37.56	25	60	
N° 50	0.297	724.50	29.0	91.42	8.58	5	30	
N° 100	0.148	205.74	8.2	99.65	0.35	0	10	
FONDO		8.79	0.4	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Luis Miro REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS

RESPONSABLE DEL LABORATORIO



Ing. Eric Miguel Chavez Rios
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007

JEFE DE LABORATORIO

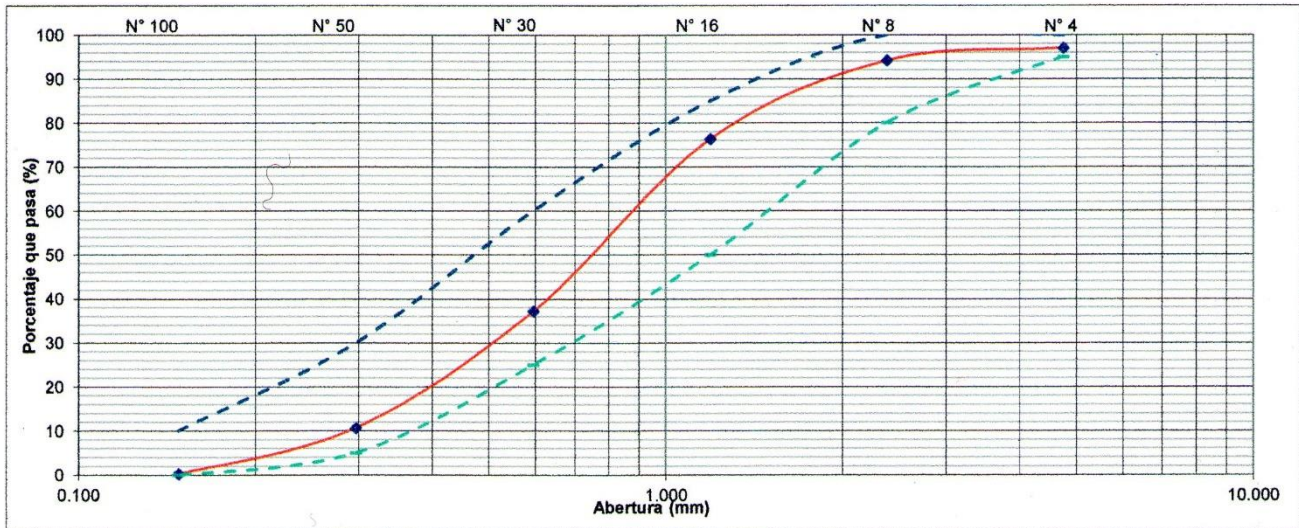


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE :	Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
		ING.RESP. :	Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	FECHA :	05/11/2019
UBICACIÓN:	CANtera COCHAMARCA	FORMATO :	V - 01

DATOS DE LA MUESTRA							
MUESTRA	AGREGADO FINO	N° DE ENSAYO		3	Peso inicial seco	: 2500 g	
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUSO NTP 400.037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
N° 4	4.750	75.67	3.0	3.03	96.97	95 100	Tamaño maximo = ---
N° 8	2.380	70.03	2.8	5.83	94.17	80 100	Tamaño Maximo Nominal = ---
N° 16	1.190	445.67	17.8	23.66	76.34	50 85	Modulo de Fineza = 2.84
N° 30	0.595	978.95	39.2	62.81	37.19	25 60	
N° 50	0.297	663.23	26.5	89.34	10.66	5 30	
N° 100	0.148	260.30	10.4	99.76	0.24	0 10	
FONDO		6.12	0.2	100.00	0.00		

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Luis Vitor REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR(a)

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Eric Miguel Chavez Rios
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007

JEFE DE LABORATORIO



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

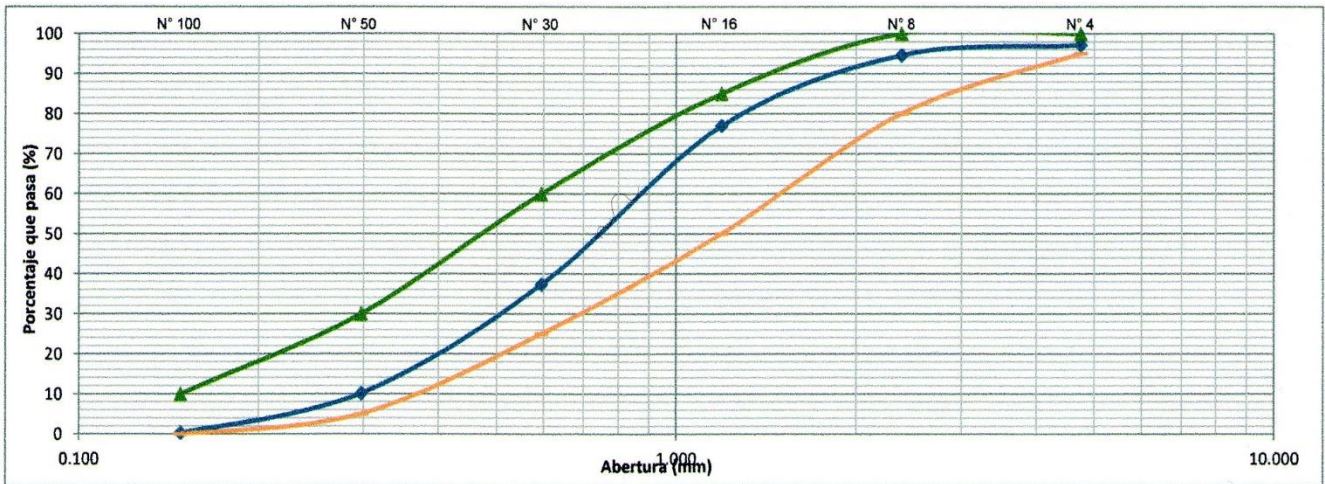
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE :	Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	ING.RESP. :	Ing. Erick CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA :	05/11/2019
		FORMATO :	V - 01

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO FINO	N° DE ENSAYO			PROMEDIO	Peso inicial seco		HUSO		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	M1	M2	M3	PROMEDIO	RETENIDO RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	NTP 400.037	
N° 4	4.750	71.310	70.220	75.670	72.40	2.9	2.90	97.10	95 100	Tamaño maximo = ----
N° 8	2.380	54.030	67.030	70.030	63.70	2.5	5.44	94.56	80 100	Tamaño Maximo Nominal = ----
N° 16	1.190	450.500	423.760	445.670	439.98	17.6	23.04	76.96	50 85	Modulo de Fineza = 2.84
N° 30	0.595	996.600	1000.010	978.950	991.85	39.7	62.72	37.28	25 60	
N° 50	0.297	649.000	724.500	663.230	678.91	27.2	89.87	10.13	5 30	
N° 100	0.148	274.560	205.740	260.300	246.87	9.9	99.75	0.25	0 10	
FONDO		4.000	8.790	6.120	6.30	0.3	100.00	0.00		

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Luis REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR(a)
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Eric Miguel Chavez Rios
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007
 JEFE DE LABORATORIO



PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO
NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	ING.RESP.	: Ing. Erick CHAVEZ RÍOS
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA	: 06/11/2019
		FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE AGREGADO	:	AGREGADO FINO
PROCEDENCIA	:	CANTERA COCHAMARCA

AGREGADO FINO

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)

Nº	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO	
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	6.19	6.19	6.19	6.19
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	9.73	9.72	9.74	9.73
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	3.54	3.53	3.54	3.54
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.002	0.002	0.002	0.0022
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B - A)/C	kg/m ³	1.607	1.605	1.611	1.608

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)

Nº	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO	
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	6.19	6.19	6.19	6.19
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	10.05	10.04	10.06	10.05
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	3.86	3.85	3.87	3.86
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.002	0.002	0.002	0.0022
CÁLCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m ³	1.755	1.751	1.758	1.755

PESO ESPECIFICO (ASTM C 131)

Nº	DATOS	UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO	
1	PESO DEL PICNÓMETRO	A	gr	176.50	176.50	176.50	176.50
2	PESO DE LA MUESTRA	B	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
3	PESO DE LA MUESTRA + PICNÓMETRO	A + B	gr	676.50	676.50	676.50	676.50
4	PESO DE LA MUESTRA + PIC. + AGUA	A + B + Va	gr	976.50	976.40	976.60	976.50
5	PESO O VOLUMEN DEL AGUA	Va	gr	300.00	299.90	300.10	300.00
6	PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	W	gr	494.00	493.00	495.00	494.00
7	VOLUMEN DEL PICNÓMETRO	V	cm ³	500.00	500.00	500.00	500.00

CÁLCULO

6	PESO ESPECIFICO APARENTE	$W/((V-Va)-(500-W))$	gr/cm ³	2.546	2.553	2.540	2.546
7	PESO ESPECIFICO DE MASA (S.S.S.)	$500/(V-Va)$	gr/cm ³	2.500	2.499	2.501	2.500
8	PESO ESPECIFICO DE MASA	$W/(V-Va)$	gr/cm ³	2.470	2.464	2.476	2.470

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)

MUESTRA	PMN	PMSH	W%
M - 1	1098.40	1070.60	2.60%
M - 2	1099.30	1071.50	2.59%
M - 3	1098.10	1070.40	2.59%
W%PROMEDIO			2.59%

ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)

MUESTRA	PSSS	PMSH	Ab%
M - 1	500.00	494.00	1.21%
M - 2	500.00	493.00	1.42%
M - 3	500.00	495.00	1.01%
Ab%PROMEDIO			1.21%

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Luis Villa REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR(e)

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Eric Miguel Chavez Ríos
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007

JEFE DE LABORATORIO



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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco 2019	RESPONSABLE	: Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	FECHA	: 05/11/2019
UBICACIÓN:	CANtera COCHAMARCA	FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO
PROCEDENCIA	: CANtera COCHAMARCA

AGREGADO FINO

ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		1	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1527.90	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1500.10	g
PESO DEL TARRO	gr	429.50	g
PESO DE AGUA	gr	27.80	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1070.60	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.597%	%

ENSAYO N° 02			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		2	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1528.80	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1501.00	g
PESO DEL TARRO	gr	429.50	g
PESO DE AGUA	gr	27.80	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1071.50	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.594%	%

ENSAYO N° 03			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1527.60	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1499.90	g
PESO DEL TARRO	gr	429.50	g
PESO DE AGUA	gr	27.70	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1070.40	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.588%	%

PROMEDIO	2.593%
-----------------	---------------



Luis Vitor REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR(a)

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Eric Miguel Chavez Rios
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 18507
 JEFE DE LABORATORIO

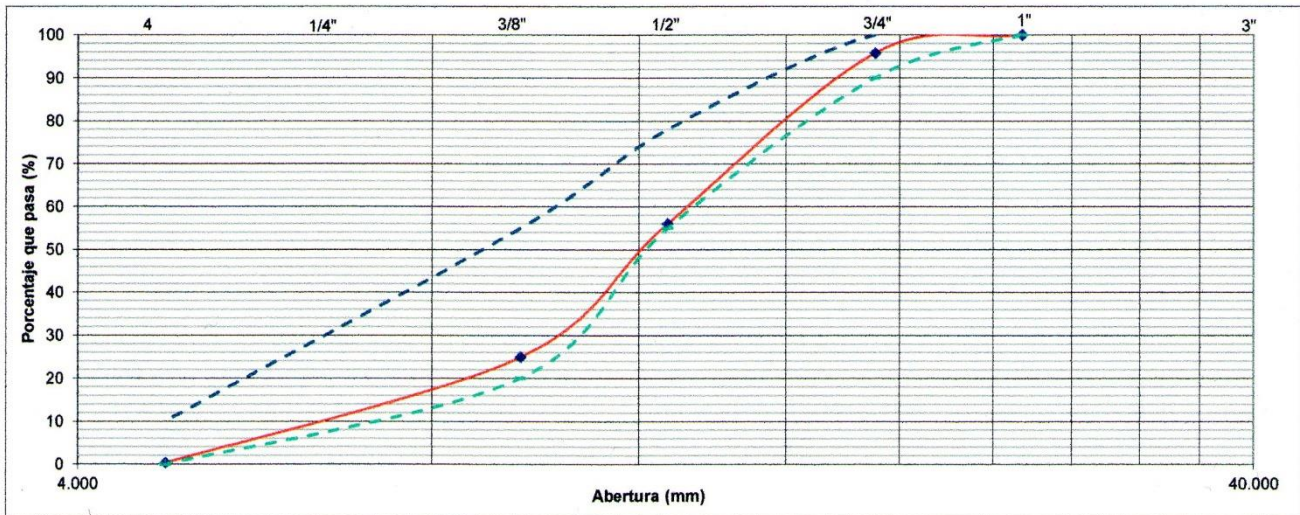


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	FECHA	: 05/11/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	: V - 02

DATOS DE LA MUESTRA								
MUESTRA	AGREGADO GRUESO	N° DE ENSAYO			1	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	107.00	4.3	4.28	95.72	90	100	Tamaño Maximo Nominal = 3 / 4"
1 / 2"	12.700	992.60	39.7	43.99	56.01	55	78	Modulo de Fineza = 6.79
3 / 8"	9.525	776.20	31.1	75.05	24.95	20	55	
N° 4	4.750	615.90	24.6	99.69	0.31	0	10	
FONDO		7.80	0.3	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

[Signature]
Luis VILAR REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR(e)

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

[Signature]
Ing. Eric Miguel Chavez Rios
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007

JEFE DE LABORATORIO

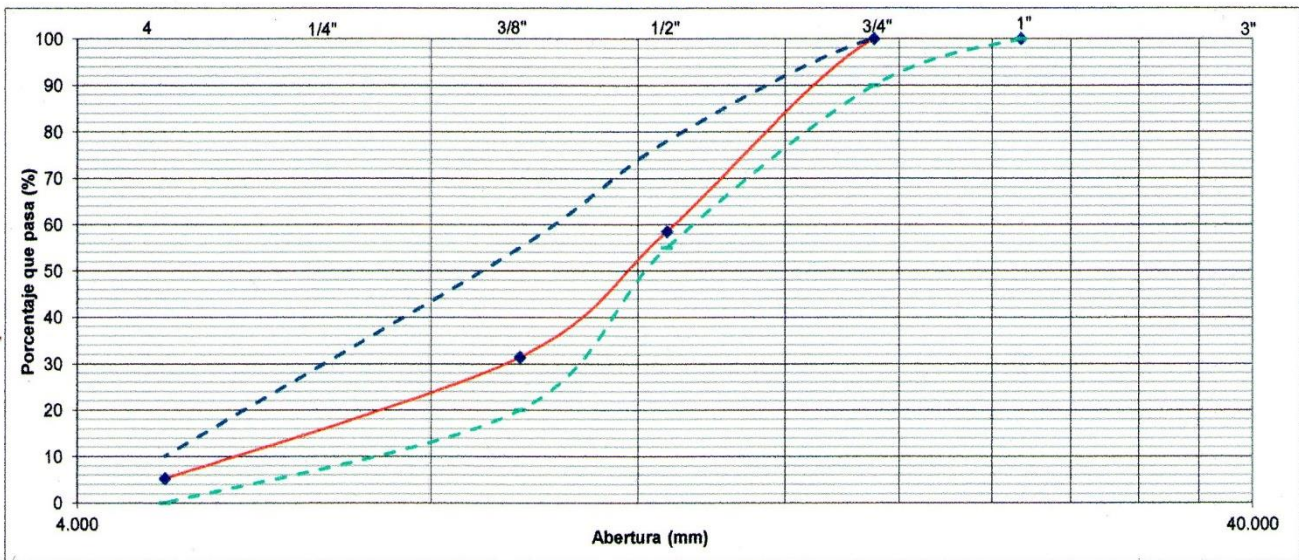


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	FECHA	: 05/11/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	: V - 02

DATOS DE LA MUESTRA								
MUESTRA	AGREGADO GRUESO	N° 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 = 3/4"
3/4"	19.050	0.00	0.0	0.00	100.00	90	100	Tamaño Maximo Nominal = 1/2"
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	
N° 4	4.750	656.00	26.2	94.84	5.16	0	10	
FONDO		129.00	5.2	100.00	0.00			

CURVA GRANULOMETRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Luis Vitor REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR(e)

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Eric Miguel Chavez Rios
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007

JEFE DE LABORATORIO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 NTP 400.012

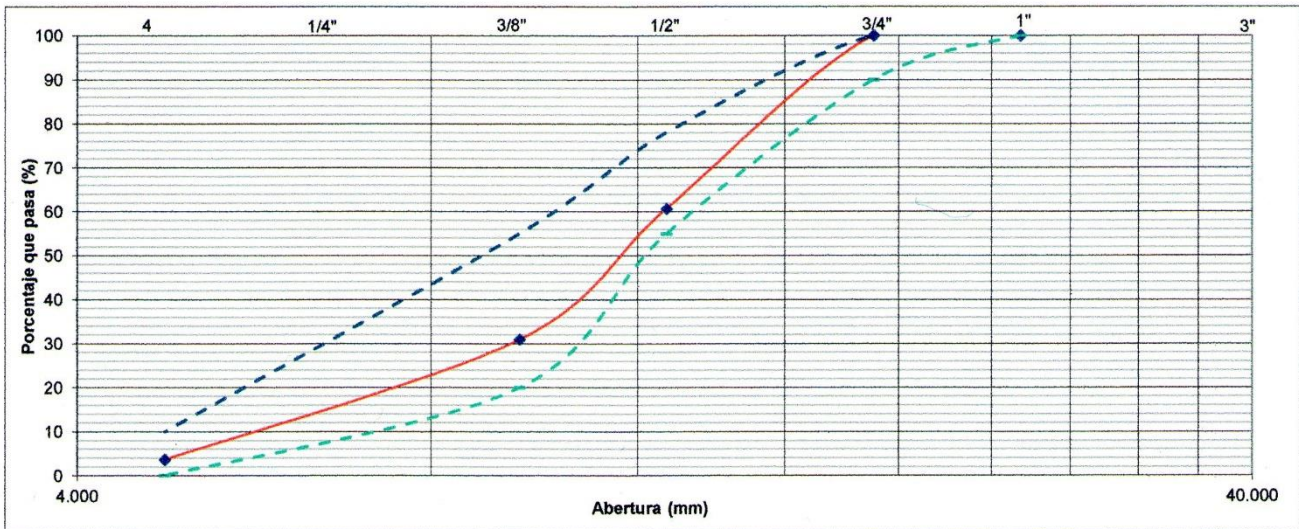
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE :	Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	ING.RESP. :	Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA :	05/11/2019
		FORMATO :	V - 02

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA	AGREGADO GRUESO	Nº DE ENSAYO	3	Peso inicial seco :	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 = 3 / 4"
3 / 4"	19.050	0.00	0.0	0.00	100.00	90 100	Tamaño Maximo Nominal = 1 / 2"
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 GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

 Luis Villal REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR(e)

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Eric Miguel Chavez Rios
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007

JEFE DE LABORATORIO

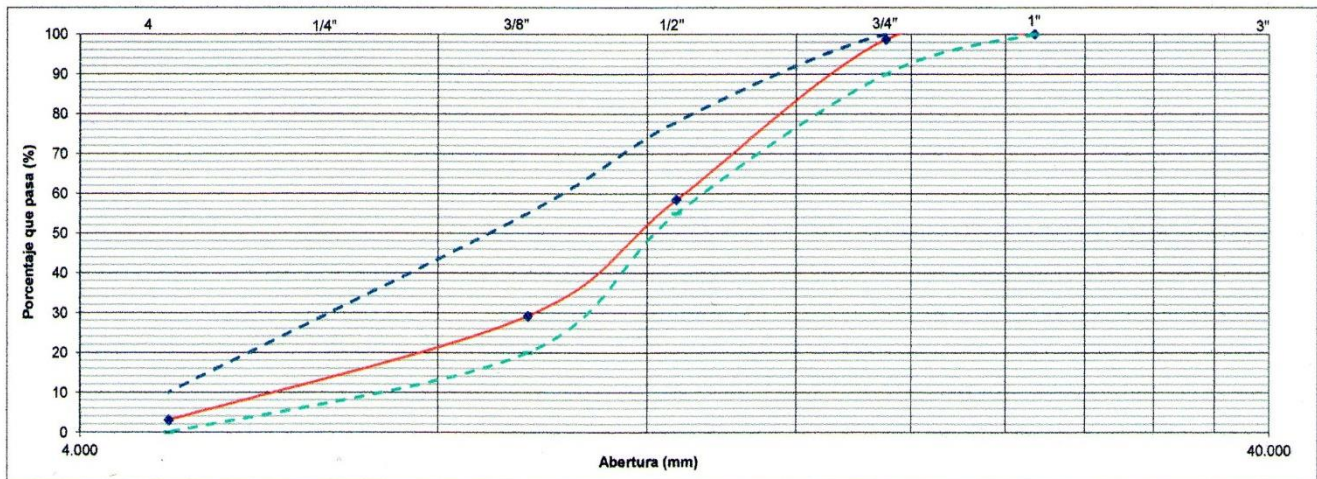


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	ING.RESP.	: Ing. Erick CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA	: 05/11/2019
		FORMATO	: V - 02

DATOS DE LA MUESTRA										
MUESTRA	AGREGADO GRUESO	N° DE ENSAYO				PROMEDIO	Peso inicial seco			
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	M1	M2	M3	PROMEDIO	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	HUSO NTP 400:037	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
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	107.000	0.000	0.00	35.67	1.4	1.43	98.57	90 100	Tamaño Maximo Nominal = 3 / 4"
1 / 2"	12.700	992.600	1038.000	983.00	1004.53	40.2	41.61	58.39	55 78	Modulo de Fineza = 6.69
3 / 8"	9.525	776.200	677.000	743.00	732.07	29.3	70.90	29.10	20 55	
N° 4	4.750	615.900	658.000	683.00	651.63	26.1	96.96	3.04	0 10	
FONDO		7.800	129.000	91.00	75.93	3.0	100.00	0.00		

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNDAC UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Luis Miro REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Erick Miguel CHAVEZ RIOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007
 JEFE DE LABORATORIO



PESO ESPECIFICO (DENSIDAD) Y ABSORCION DEL AGREGADO
 NTP 400.022

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	ING.RESP.	: Ing. Erick CHAVEZ RÍOS
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA	: 06/11/2019
		FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA	: CANTERA COCHAMARCA

AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SUELTO (ASTM C 29)							
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	6.19	6.19	6.19	6.19
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	9.09	9.10	9.08	9.09
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	2.90	2.91	2.89	2.90
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.002	0.002	0.002	0.0022
CALCULO							
5	PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.)	(B-A)/C	kg/m ³	1.318	1.322	1.313	1.318

PESO UNITARIO COMPACTADO (ASTM C 29)							
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PESO DEL RECIPIENTE	A	kg	6.19	6.19	6.19	6.19
2	PESO DEL RECIPIENTE + MUESTRA	B	kg	9.48	9.49	9.46	9.48
3	PESO DE LA MUESTRA	B - A	kg	3.29	3.30	3.27	3.29
4	VOLUMEN DEL RECIPIENTE	C	m ³	0.002	0.002	0.002	0.0022
CALCULO							
5	PESO UNITARIO COMPACTADO (P.U.C.)	(B - A)/C	kg/m ³	1.495	1.500	1.486	1.493

PESO ESPECIFICO (ASTM C 131)							
Nº	DATOS		UND	M - 1	M - 2	M - 3	PROMEDIO
1	PMSH	A	gr	2464.00	2486.00	2451.00	2467.00
2	PSSS	B	gr	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00
3	PSSS SUMERGIDO + CANASTILLA		gr	2431.00	2427.00	2431.00	2429.67
4	PESO DE LA CANASTILLA		gr	912.00	912.00	912.00	912.00
5	PSSS SUMERGIDO	C	gr	1519.00	1516.00	1521.00	1518.67

CALCULO							
6	PESO ESPECÍFICO APARENTE	A/(A-C)	gr/cm ³	2.607	2.563	2.635	2.602
7	PESO ESPECÍFICO DE MASA (S.S.S.)	B/(B-C)	gr/cm ³	2.548	2.541	2.554	2.548
8	PESO ESPECÍFICO DE MASA	A/(B-C)	gr/cm ³	2.512	2.526	2.504	2.514

CONTENIDO DE HUMEDAD (w %)			
MUESTRA	PMN	PMSH	W%
M - 1	1189.40	1185.00	0.37%
M - 2	1190.00	1186.30	0.31%
M - 3	1188.90	1184.20	0.40%
W%PROMEDIO			0.36%

ABSORCIÓN (Abs %) (ASTM C 131)			
MUESTRA	PSSS	PMSH	Ab%
M - 1	2500.00	2464.00	1.46%
M - 2	2500.00	2486.00	0.56%
M - 3	2500.00	2451.00	2.00%
Ab%PROMEDIO			1.34%

UNDA - UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

 Luis Miro REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR(e)

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Eric Miguel Chavez Ríos
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007

JEFE DE LABORATORIO



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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE	: Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
		ING.RESP.	: Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	FECHA	: 05/11/2019
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FORMATO	:

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA	: CANTERA COCHAMARCA

AGREGADO GRUESO

ENSAYO N° 01			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		1	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1629.90	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1625.50	g
PESO DEL TARRO	gr	440.50	g
PESO DE AGUA	gr	4.40	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1185.00	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.371%	%

ENSAYO N° 02			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		2	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1630.50	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1626.80	g
PESO DEL TARRO	gr	440.50	g
PESO DE AGUA	gr	3.70	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1186.30	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.312%	%

ENSAYO N° 03			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
N° DE TARRO		3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	gr	1629.40	g
PESO TARRO + SUELO SECO	gr	1624.70	g
PESO DEL TARRO	gr	440.50	g
PESO DE AGUA	gr	4.70	g
PESO DEL SUELO SECO	gr	1184.20	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.397%	%

PROMEDIO	0.360%
-----------------	---------------

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 Luis Villal REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR(e)

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185607
 Eric Miguel Chavez Rios

JEFE DE LABORATORIO



DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

TESIS: "Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC" Pasco - 2019

LABORATORIO DE LA E.F.P. DE INGENIERÍA CIVIL - UNDAC

Fecha de Diseño : 07/11/2019
 Tesista : Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA
 Revisado por : Ing. Erick CHÁVEZ RÍOS - Jefe de Laboratorio de la E.F.P. de Ingeniería Civil

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO
 Cantera de donde se extraen los materiales: **CANTERA COCHAMARCA**

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO		
Resistencia a la compresión especificada del Concreto (f'c) =	210	kg / cm ²
Según la TABLA de resistencia a la compresión promedio (210-350):	84	
Resistencia promedio a la compresión del Concreto (f'cr) =	294	kg / cm ²

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa	2.47	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	3/4"
Absorción (%)	1.21	Peso seco compactado (kg / m ³)	1493.00
Contenido de Humedad (%)	2.59	Peso específico de masa	2.51
Módulo de finura	2.82	Absorción (%)	1.34
		Contenido de Humedad (%)	0.36
CEMENTO		AGUA	
Tipo de Cemento Portland a usar	ANDINO	Tipo de Agua	Potable
Peso Específico	3.12	Peso específico	1.0

DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del Asentamiento		Tipo de consistencia:	Plástica
Tipo de Concreto a diseñar		Asentamiento:	3" a 4"
Volumen unitario de Agua		Concreto sin aire incorporado	
Contenido de aire total		205.00	lt / m ³
Relación Agua / Cemento		2.00	%
		0.5584	
Factor cemento		Factor Cemento =	367.00 Kg / m ³
		Factor Cemento =	8.6 Bolsas / m ³
Contenido de Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto:			0.618 m ³
Agregado Grueso			922.674 Kg / m ³
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales	Cemento		0.118 m ³
	Agua		0.205 m ³
	Aire		0.020 m ³
	Agregado Grueso		0.367 m ³
	Suma de Volúmenes		0.710 m ³
Contenido de Agregado Fino	Volumen Absoluto de Agregado Fino		0.290 m ³
	Peso del Agregado Fino seco		717 Kg / m ³
Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m ³ .	Cemento		367.00 Kg / m ³
	Agua de diseño		205.00 lt / m ³
	Agregado Fino seco		717.00 Kg / m ³
	Agregado Grueso seco		923.00 Kg / m ³
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento		42.50 Kg / saco
	Agua de diseño		23.74 lt / saco
	Agregado Fino seco		83.03 Kg / saco
	Agregado Grueso seco		106.89 Kg / saco
Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado.	Cemento		1
	Agregado fino seco		1.95
	Agregado grueso seco		2.51
	Agua de Diseño		23.7 lt / saco

CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO
 Cantera de donde se extraen los materiales: **CANTERA COCHAMARCA**

Contenido de Humedad de los Agregados	Agregado Fino	2.59	%
	Agregado Grueso	0.36	%
Peso Húmedo de los Agregados	Agregado Fino	736.00	Kg / m ³
	Agregado Grueso	926.00	Kg / m ³
Humedad Superficial de los Agregados	Agregado Fino	1.38	%
	Agregado Grueso	-0.98	%
Aporte de Humedad de los Agregados	Agregado Fino	10.00	lt / m ³
	Agregado Grueso	-9.00	lt / m ³
	Aporte Total	1.00	lt / m ³
Relación Agua / Cemento de Diseño	Agua Efectiva	204.00	lt / m ³
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m ³ .	Cemento	0.56	
	Agua Efectiva	367.00	Kg / m ³
	Agregado Fino Húmedo	204.00	lt / m ³
	Agregado Grueso Húmedo	736.00	Kg / m ³
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	42.5	Kg / saco
	Agua Efectiva	23.6	lt / saco
	Agregado fino húmedo	85.2	Kg / saco
	Agregado grueso húmedo	107.2	Kg / saco
	Cemento	1	
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.	Agregado fino húmedo	2.01	
	Agregado grueso húmedo	2.52	
	Agua Efectiva	23.6	lt / saco
	Cemento	1	
Proporción en volumen de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.	Agregado fino húmedo	1.82	
	Agregado Grueso húmedo	2.86	
	Agua efectiva	23.6	lt / saco
	Cemento	1	

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
Luis VÍCTOR REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 Responsable del Laboratorio



Ing. Erick CHÁVEZ RÍOS
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007
 Jefe de Laboratorio



DENSIDAD DE LAS MUESTRAS CILÍNDRICAS
 NTP 339.034 / ASTM C39

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	RESPONSABLE :	Ing. Luis REQUIS CARBAJAL
SOLICITANTE:	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA	ING.RESP. :	Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
UBICACIÓN:	CANTERA COCHAMARCA	FECHA :	10/11/2019
		FORMATO :	

DENSIDAD DE LAS MUESTRAS CILÍNDRICAS

CONCRETO	TIPO	DENSIDAD (Kg/m ³)	Porcentaje (%)
NORMAL	CONVENCIONAL	2200 -2400	91 - 100
	ALTA DENSIDAD	1600 - 2200	67 - 91
LIGERO	DENSIDAD MEDIA	1000 - 1600	42 - 67
	BAJA DENSIDAD	300 - 1000	0- 42

GRUPO A - CONTENIDO EPS AL 0%

N° CILINDRO	DIÁMETRO (Cm)			ÁREA (Cm ²)	ALTURA (Cm)	VOLUMEN (Cm ³)	PESO (kg)	DENSIDAD (kg/m ³)	% DE DENSIDAD	TIPO DE CONCRETO	DENSIDAD PROMEDIO	
	SUPERIOR	INFERIOR	PROMEDIO									
1A - 1	15.00	15.00	15.00	176.71	29.95	5292.60	12.248	2314.18	96.42	CONVENCIONAL	2319.13	
1A - 2	15.10	15.10	15.10	179.08	29.95	5363.40	12.465	2324.09	96.84	CONVENCIONAL		
2A - 1	15.00	15.10	15.05	177.89	30.40	5407.99	12.567	2323.78	96.82	CONVENCIONAL	2322.25	
2A - 2	15.00	15.10	15.05	177.89	29.90	5319.05	12.344	2320.72	96.70	CONVENCIONAL		
3A - 1	15.10	15.00	15.05	177.89	30.50	5425.78	12.578	2318.19	96.59	CONVENCIONAL	2321.37	
3A - 2	15.00	15.20	15.10	179.08	30.35	5435.03	12.634	2324.55	96.86	CONVENCIONAL		
CONCRETO NORMAL										96.70	CONVENCIONAL	2320.92

GRUPO B - CONTENIDO EPS AL 25%

N° CILINDRO	DIÁMETRO (Cm)			ÁREA (Cm ²)	ALTURA (Cm)	VOLUMEN (Cm ³)	PESO (kg)	DENSIDAD (kg/m ³)	% DE DENSIDAD	TIPO DE CONCRETO	DENSIDAD PROMEDIO	
	SUPERIOR	INFERIOR	PROMEDIO									
1A - 1	15.00	15.00	15.00	176.71	29.95	5292.60	11.620	2195.52	91.48	DENSIDAD ALTA	2193.61	
1A - 2	15.10	15.10	15.10	179.08	29.95	5363.40	11.755	2191.71	91.32	DENSIDAD ALTA		
2A - 1	15.00	15.10	15.05	177.89	30.40	5407.99	11.864	2193.79	91.41	DENSIDAD ALTA	2195.78	
2A - 2	15.00	15.10	15.05	177.89	29.90	5319.05	11.690	2197.76	91.57	DENSIDAD ALTA		
3A - 1	15.10	15.00	15.05	177.89	30.50	5425.78	11.534	2125.78	88.57	DENSIDAD ALTA	2096.37	
3A - 2	15.00	15.20	15.10	179.08	30.35	5435.03	11.234	2066.96	86.12	DENSIDAD ALTA		
CONCRETO LIGERO										90.080	DENSIDAD ALTA	2161.92

GRUPO C - CONTENIDO EPS AL 50%

N° CILINDRO	DIÁMETRO (Cm)			ÁREA (Cm ²)	ALTURA (Cm)	VOLUMEN (Cm ³)	PESO (kg)	DENSIDAD (kg/m ³)	% DE DENSIDAD	CLASIFICACIÓN	DENSIDAD PROMEDIO	
	SUPERIOR	INFERIOR	PROMEDIO									
1A - 1	15.10	15.00	15.05	177.89	29.95	5327.94	10.918	2049.20	85.38	DENSIDAD ALTA	2014.29	
1A - 2	15.00	15.10	15.05	177.89	29.95	5327.94	10.546	1979.38	82.47	DENSIDAD ALTA		
2A - 1	15.00	15.10	15.05	177.89	30.40	5407.99	10.643	1968.01	82.00	DENSIDAD ALTA	1967.83	
2A - 2	15.00	15.10	15.05	177.89	29.90	5319.05	10.486	1967.65	81.99	DENSIDAD ALTA		
3A - 1	15.10	15.00	15.05	177.89	30.50	5425.78	10.870	2003.40	83.47	DENSIDAD ALTA	1987.70	
3A - 2	15.00	15.10	15.05	177.89	30.35	5399.10	10.647	1972.00	82.17	DENSIDAD ALTA		
CONCRETO LIGERO										82.914	DENSIDAD ALTA	1989.94

GRUPO D - CONTENIDO EPS AL 75%

N° CILINDRO	DIÁMETRO (Cm)			ÁREA (Cm ²)	ALTURA (Cm)	VOLUMEN (Cm ³)	PESO (kg)	DENSIDAD (kg/m ³)	% DE DENSIDAD	CLASIFICACIÓN	DENSIDAD PROMEDIO	
	SUPERIOR	INFERIOR	PROMEDIO									
1A - 1	15.00	15.10	15.05	177.89	29.95	5327.94	9.544	1791.31	74.64	DENSIDAD ALTA	1801.63	
1A - 2	15.00	15.10	15.05	177.89	29.95	5327.94	9.654	1811.96	75.50	DENSIDAD ALTA		
2A - 1	15.10	15.00	15.05	177.89	30.40	5407.99	9.324	1724.11	71.84	DENSIDAD ALTA	1723.49	
2A - 2	15.00	15.10	15.05	177.89	29.90	5319.05	9.164	1722.87	71.79	DENSIDAD ALTA		
3A - 1	15.10	15.00	15.05	177.89	30.50	5425.78	9.523	1755.14	73.13	DENSIDAD ALTA	1773.55	
3A - 2	15.00	15.10	15.05	177.89	30.35	5399.10	9.675	1791.87	74.67	DENSIDAD ALTA		
CONCRETO LIGERO										73.593	DENSIDAD ALTA	1768.23

GRUPO E - CONTENIDO EPS AL 100%

N° CILINDRO	DIÁMETRO (Cm)			ÁREA (Cm ²)	ALTURA (Cm)	VOLUMEN (Cm ³)	PESO (kg)	DENSIDAD (kg/m ³)	% DE DENSIDAD	CLASIFICACIÓN	DENSIDAD PROMEDIO	
	SUPERIOR	INFERIOR	PROMEDIO									
1A - 1	15.00	15.10	15.05	177.89	29.95	5327.94	8.153	1530.23	63.76	DENSIDAD MEDIA	1625.45	
1A - 2	15.00	15.10	15.05	177.89	29.95	5327.94	8.102	1520.66	63.36	DENSIDAD MEDIA		
2A - 1	15.10	15.10	15.10	179.08	30.40	5443.99	8.243	1514.15	63.09	DENSIDAD MEDIA	1529.02	
2A - 2	15.00	15.10	15.05	177.89	29.90	5319.05	8.212	1543.89	64.33	DENSIDAD MEDIA		
3A - 1	15.10	15.00	15.05	177.89	30.50	5425.78	8.176	1506.88	62.79	DENSIDAD MEDIA	1524.31	
3A - 2	15.00	15.10	15.05	177.89	30.35	5399.10	8.324	1541.74	64.24	DENSIDAD MEDIA		
CONCRETO LIGERO										63.594	DENSIDAD MEDIA	1526.258

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Luis Villar REQUIS CARBAJAL
 MAESTRO EN CIENCIAS
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO



Ing. Eric Miguel Chavez Rios
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185507

JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
"Universidad más alta del mundo con excelencia académica y responsabilidad social para una mejor calidad de vida"
E.F.P. INGENIERÍA CIVIL



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

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

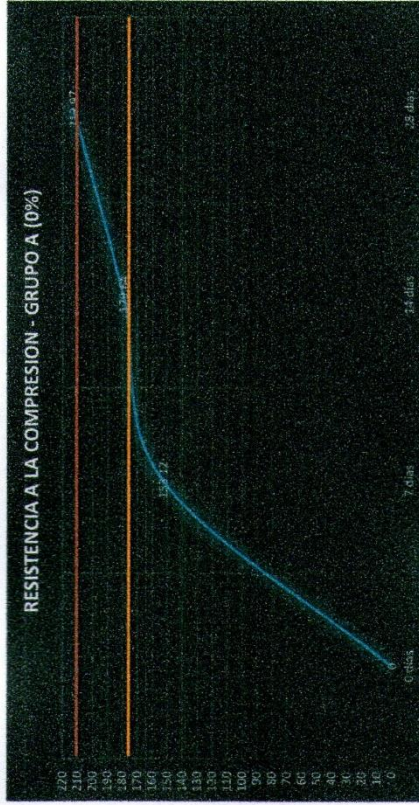
TESIS : "Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019 RESPONSABLE : Ing. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

SOLICITANTE : Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA ING.RESP. : Ing. Erick CHAVEZ RIOS

UBICACIÓN : CANTERA COCHAMARCA FECHA : 09/12/2019

FORMATO :

N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)		ALTURA (Cm)		RELACION DE ESBELTEZ L/D=2	CORRECCION DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	PROMEDIO	
				N°1	N°2	N°1	N°2										
RESISTENCIA DE DISEÑO 210 Kg/cm2																	
1A-1	08/11/2019	15/11/2019	7	15	15	15	29.9	30.0	29.95	2.00	176.7	27213	153.99	73.33%	70%	CONO Y CORTE	153.12
1A-2	08/11/2019	15/11/2019	7	15.1	15.1	15.1	29.9	30.0	29.95	1.98	179.1	27263	152.24	72.50%	70%	CONO Y CORTE	153.12
2A-1	08/11/2019	22/11/2019	14	15	15.1	15.05	30.4	30.4	30.40	2.02	177.9	32060	180.22	85.62%	85%	CONO	179.64
2A-2	08/11/2019	22/11/2019	14	15	15.1	15.05	29.8	30.00	29.90	1.99	177.9	31853	179.06	85.20%	85%	CONO	179.64
3A-1	08/11/2019	08/12/2019	28	15.1	15	15.05	30.5	30.5	30.50	2.03	177.9	37454	210.54	100.26%	100%	CONO Y CORTE	212.87
3A-2	08/11/2019	08/12/2019	28	15	15.2	15.1	30.3	30.4	30.35	2.01	179.1	36575	215.41	102.58%	100%	CONO Y CORTE	212.87



RANGO DE USO ESTRUCTURAL MÁS UTILIZADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Luis Villar REQUIS CARBAJAL
MAESTRO EN CIENCIAS
DIRECTOR(e)

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Eric Miguel Chavez Rios
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185007

JEFE DE LABORATORIO

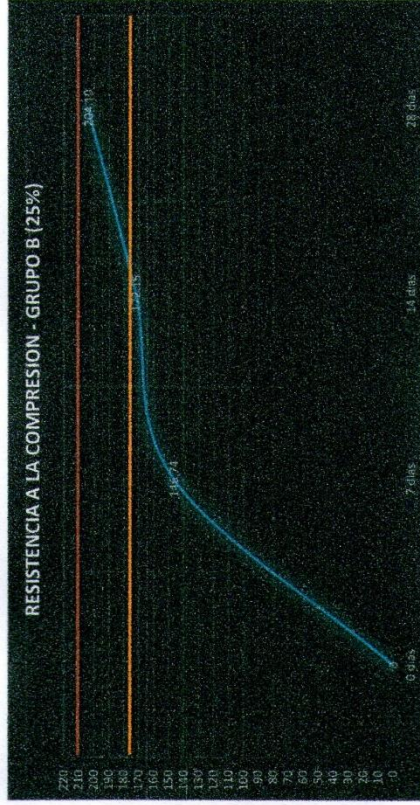


RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
ASTM C-38-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESES :	"Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingenierías Civil de la UNDAC", Pasco - 2019		RESPONSABLE :	Ing. Luis Villar Requies Carabajal	
SOLICITANTE :	Bach. Miro Abel POMA VENTOCILLA		ING. RESP. :	Ing. Erick Chavez Rios	
UBICACIÓN :	CANTERA COCHAMARCA		FECHA :	09/12/2019	
			FORMATO :		

N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)		ALTURA (cm)		RELACION DE ESBELTEZ L/D=2	CORRECCION DE ESBELTEZ	AREA cm	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm2)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPESIFICADA	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
				N°1	N°2	N°1	N°2									
1B-1	08/11/2019	15/11/2019	7	15	15	29.9	30.0	29.95	OK	176.7	26079	147.58	70.27%	70%	CONO Y CORTE	146.74
1B-2	08/11/2019	15/11/2019	7	15.1	15.1	29.9	30.0	29.95	OK	179.1	26127	145.90	69.47%	70%	CONO Y CORTE	146.74
2B-1	08/11/2019	22/11/2019	14	15	15.1	15.05	30.4	30.40	OK	177.9	30526	171.60	81.71%	85%	CONO	172.15
2B-2	08/11/2019	22/11/2019	14	15	15.1	15.05	30.00	29.80	OK	177.9	30724	172.71	82.24%	85%	CONO	172.15
3B-1	08/11/2019	06/12/2019	28	15.1	15	15.05	30.5	30.50	OK	177.9	35693	201.77	96.08%	100%	CONO Y CORTE	204.10
3B-2	08/11/2019	06/12/2019	28	15	15.2	15.1	30.3	30.35	OK	179.1	36987	208.43	98.30%	100%	CONO Y CORTE	204.10



RANGO DE USO ESTRUCTURAL MAS UTILIZADO

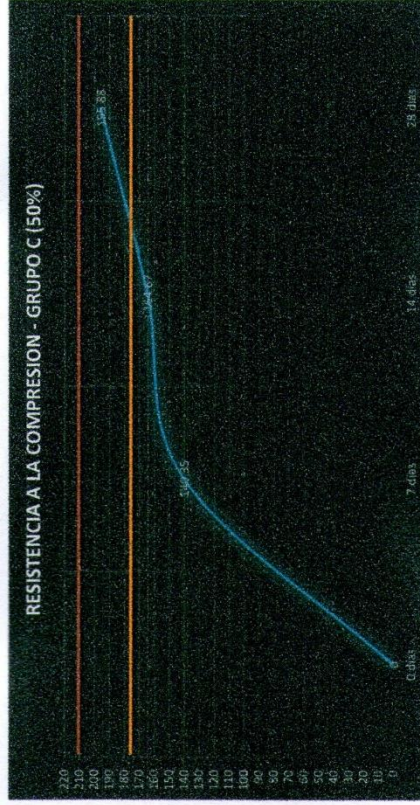


RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019
 RESPONSABLE : Ing. Luis Villar Requies Carabajal
 SOLICITANTE : Bach. Miro Abel Poma Ventocilla
 UBICACIÓN : CANTERA COCHAMARCA
 ING. RESP. : Ing. Erick Chavez Rios
 FECHA : 09/12/2019
 FORMATO :

N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)		ALTURA (cm)		PROMEDIO	RELACION DE ESBELTEZ L/D=2	CORRECCION DE ESBELTEZ	AREA cm ²	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
				N°1	N°2	N°1	N°2										
1C-1	08/11/2019	15/11/2019	7	15.1	15.1	29.9	30.0	29.95	1.99	OK	177.9	24945	140.22	66.77%	70%	CONO Y CORTE	140.35
1C-2	08/11/2019	15/11/2019	7	15.1	15.1	29.9	30.0	29.95	1.99	OK	177.9	24961	140.48	66.90%	70%	CONO Y CORTE	140.35
2C-1	08/11/2019	22/11/2019	14	15.1	15.1	30.4	30.4	30.40	2.02	OK	177.9	29199	164.14	78.16%	85%	CONO	164.67
2C-2	08/11/2019	22/11/2019	14	15.1	15.1	29.8	30.00	29.80	1.99	OK	177.9	29388	165.20	78.67%	85%	CONO	164.67
3C-1	08/11/2019	06/12/2019	28	15.1	15.1	30.5	30.5	30.50	2.03	OK	177.9	34332	192.99	91.90%	100%	CONO Y CORTE	195.88
3C-2	08/11/2019	06/12/2019	28	15.1	15.1	30.3	30.4	30.35	2.02	OK	177.9	35360	198.77	94.65%	100%	CONO Y CORTE	195.88



RANGO DE USO ESTRUCTURAL MÁS UTILIZADO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Luis Villar Requies Carabajal
MAESTRO EN CIENCIAS
DIRECTOR(e)



Ing. ETC Miguel Chavez Rios
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185607

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 "Universidad más alta del mundo con excelencia académica y responsabilidad social para una mejor calidad de vida"
 E.F.P. INGENIERIA CIVIL

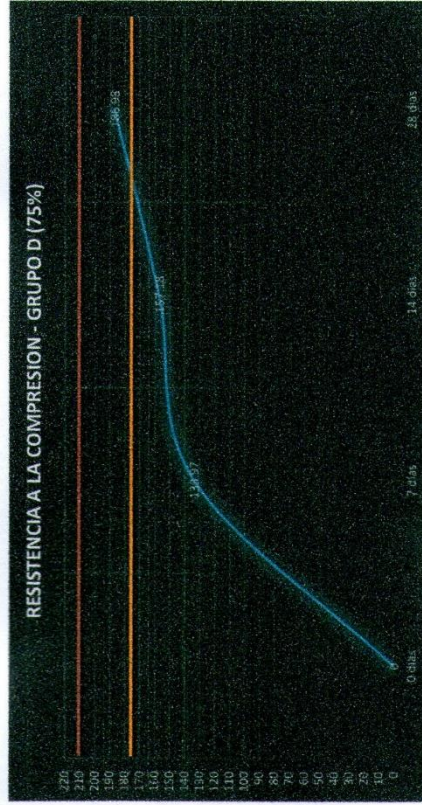


RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS
ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESES : "Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019
 RESPONSABLE : Ing. Luis Villar Requís Carabajal
 SOLICITANTE : Bach. Miro Abel Poma Ventocilla
 UBICACIÓN : CANTERA COCHAMARCA
 ING. RESP. : Ing. Erick Chavez Ríos
 FECHA : 09/12/2019
 FORMATO :

N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)		ALTURA (cm)		RELACION DE ESBELTEZ L/D=2	CORRECCION DE ESBELTEZ	AREA cm ²	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
				N°1	N°2	N°1	N°2									
1D-1	08/11/2019	15/11/2019	7	15	15.1	18.05	29.9	30.0	29.95	177.9	23811	133.85	63.74%	70%	CONO Y CORTE	133.97
1D-2	08/11/2019	15/11/2019	7	15	15.1	18.05	29.9	30.0	29.95	177.9	23855	134.10	63.86%	70%	CONO Y CORTE	133.97
2D-1	08/11/2019	22/11/2019	14	15.1	15	15.05	30.4	30.4	30.40	177.9	27872	156.67	74.61%	85%	CONO Y CORTE	157.18
2D-2	08/11/2019	22/11/2019	14	15	15.1	15.05	29.8	30.00	29.80	177.9	28052	157.69	75.09%	85%	CONO Y CORTE	157.18
3D-1	08/11/2019	06/12/2019	28	15.1	15	15.05	30.5	30.5	30.50	177.9	32772	184.22	87.72%	100%	CONO Y CORTE	186.98
3D-2	08/11/2019	06/12/2019	28	15	15.1	15.05	30.3	30.4	30.35	177.9	33752	189.73	80.35%	100%	CONO Y CORTE	186.98



RANGO DE USO ESTRUCTURAL MÁS UTILIZADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Luis Villar Requís Carabajal
 MAESTRO EN CIENCIAS
 DIRECTOR (e)

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Ing. Erick Chavez Ríos
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 185007

JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
"Universidad más alta del mundo con excelencia académica y responsabilidad social para una mejor calidad de vida"
E.F.P. INGENIERÍA CIVIL

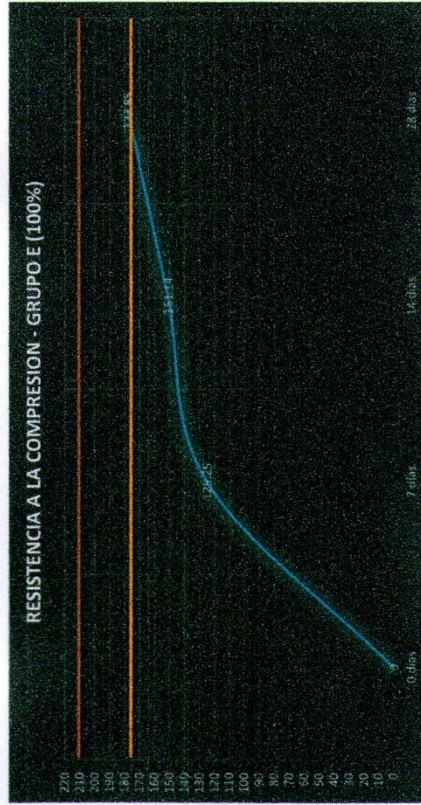


RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRA CILINDRICAS ASTM C-39-NTP 339.034

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : "Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019
 RESPONSABLE : Ing. Luis Villar Requís Carabajal
 SOLICITANTE : Bach. Miro Abel Poma Ventocilla
 UBICACIÓN : CANTERA COCHANMARCA
 ING. RESP. : Ing. Erick Chávez Ríos
 FECHA : 09/12/2019
 FORMATO :

N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)		ALTURA (cm)		RELACION DE ESBELTEZ L/D=2	CORRECCION DE ESBELTEZ	AREA cm ²	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
				N°1	N°2	N°1	N°2									
1E-1	08/11/2019	15/11/2019	7	15.1	15.1	14.05	29.9	30.0	OK	177.9	21625	121.56	57.89%	70%	CONO Y CORTE	125.25
1E-2	08/11/2019	15/11/2019	7	15.1	15.1	14.05	29.9	30.0	OK	177.9	22938	128.94	61.40%	70%	CONO Y CORTE	125.25
2E-1	08/11/2019	22/11/2019	14	15.1	15.1	15.05	30.4	30.4	OK	177.9	28800	159.65	71.74%	85%	CONO Y CORTE	151.14
2E-2	08/11/2019	22/11/2019	14	15.1	15.1	15.05	29.8	30.00	OK	177.9	26973	151.63	72.20%	85%	CONO Y CORTE	151.14
3E-1	08/11/2019	06/12/2019	28	15.1	15.1	15.05	30.5	30.5	OK	177.9	31511	177.14	84.35%	100%	CONO Y CORTE	177.85
3E-2	08/11/2019	06/12/2019	28	15.1	15.1	15.05	30.3	30.4	OK	177.9	31766	178.57	85.03%	100%	CONO Y CORTE	177.85



RANGO DE USO ESTRUCTURAL MÁS UTILIZADO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
Luis Villar Requís Carabajal
MAESTRO EN CIENCIAS
DIRECTOR (e)



Ing. Eric Miguel Chávez Ríos
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185007

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

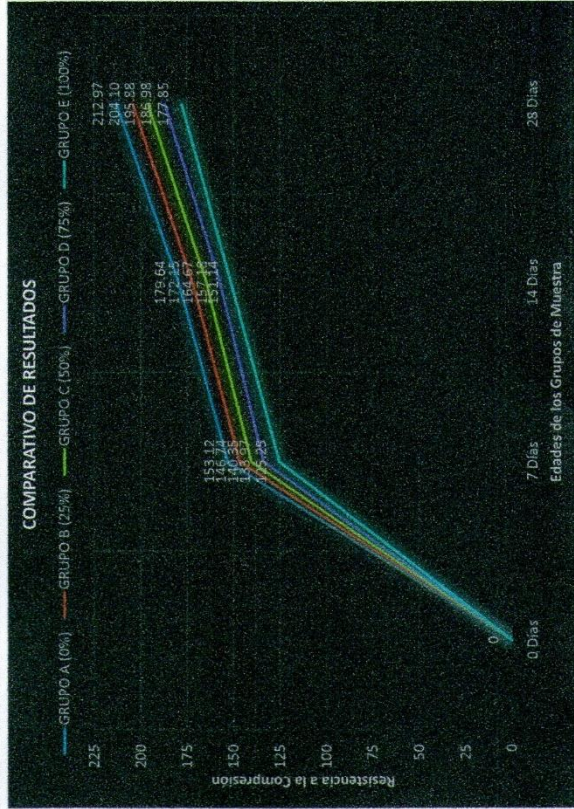
JEFE DE LABORATORIO



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

TESES	: "Evaluación de la Influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC", Pasco - 2019	
SOLICITANTE	: Bch. Miro Abel POZA VENTOCILLA	RESPONSABLE : Ing. Luis Villar REQUIS CARBAJAL
UBICACIÓN	: CANTERA COCHAMARCA	ING. RESP. : Ing. Eric M. CHAVEZ RIOS
		FECHA : 09/12/2019
		FORMATO :

EPS	N° DE CILINDRO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIAMETRO (Cm)		ALTURA (Cm)		RELACION DE ESBELEZ L/D=2	CORRECCION DE ESBELEZ	AREA (Kg-f)	CARGA (Kg-f)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm²)	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA ESPECIFICADA	TIPO DE FALLA	PROMEDIO
					N°1	N°2	N°1	N°2									
0%	1A	08/11/2019	15/11/2019	7	15	15.1	30.0	29.85	1.99	OK	177.9	27236	153.12	72.91%	70%	CONO Y CORTE	153.12
	2A	08/11/2019	22/11/2019	14	15	15.1	30.15	30.16	2.00	OK	177.9	31957	179.64	85.54%	85%	CONO	179.64
	3A	08/11/2019	09/12/2019	28	15.05	15.1	30.4	30.43	2.02	OK	178.5	39012	212.97	101.41%	100%	CONO Y CORTE	212.97
25%	1B	08/11/2019	15/11/2019	7	15	15.1	30.0	29.85	1.99	OK	177.9	26104	146.74	69.88%	70%	CONO Y CORTE	146.74
	2B	08/11/2019	22/11/2019	14	15	15.1	30.15	30.16	2.00	OK	177.9	30625	172.15	81.38%	85%	CONO	172.15
	3B	08/11/2019	09/12/2019	28	15.05	15.1	30.4	30.43	2.02	OK	178.5	35429	204.10	97.19%	100%	CONO Y CORTE	204.10
50%	1C	08/11/2019	15/11/2019	7	15	15.1	30.0	29.85	1.99	OK	177.9	24957	140.35	66.83%	70%	CONO Y CORTE	140.35
	2C	08/11/2019	22/11/2019	14	15	15.1	30.15	30.16	2.00	OK	177.9	29294	164.67	78.41%	85%	CONO	164.67
	3C	08/11/2019	09/12/2019	28	15	15.1	30.4	30.43	2.02	OK	177.9	34946	195.88	93.25%	100%	CONO Y CORTE	195.88
75%	1D	08/11/2019	15/11/2019	7	15	15.1	30.0	29.85	1.99	OK	177.9	23833	133.97	63.80%	70%	CONO Y CORTE	133.97
	2D	08/11/2019	22/11/2019	14	15.1	15.1	30.15	30.15	2.00	OK	177.9	27951	157.18	74.85%	85%	CONO Y CORTE	157.18
	3D	08/11/2019	09/12/2019	28	15	15.1	30.4	30.46	2.02	OK	177.9	33263	186.98	89.04%	100%	CONO Y CORTE	186.98
100%	1E	08/11/2019	15/11/2019	7	15	15.1	30.0	29.85	1.99	OK	177.9	22281	125.25	59.64%	70%	CONO Y CORTE	125.25
	2E	08/11/2019	22/11/2019	14	15.1	15	30.15	30.15	2.00	OK	177.9	29887	151.14	71.97%	85%	CONO Y CORTE	151.14
	3E	08/11/2019	09/12/2019	28	15	15.1	30.4	30.45	2.02	OK	177.9	31639	177.85	84.69%	100%	CONO Y CORTE	177.85

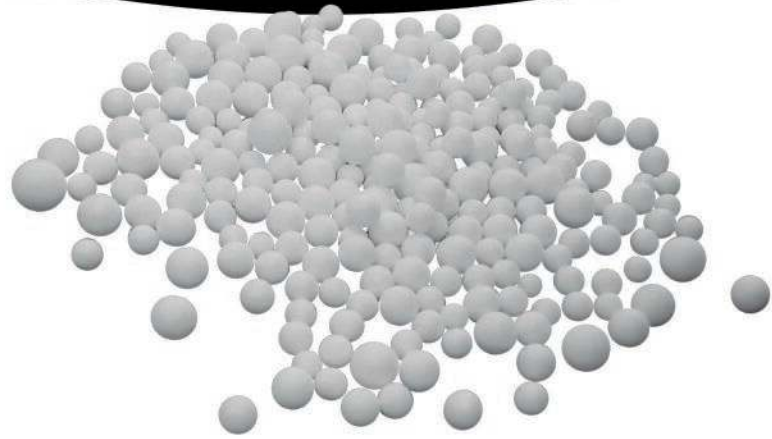


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
Luis Villar REQUIS CARBAJAL
MAESTRO EN CIENCIAS
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Eric Maguiel Chavez Rios
INGENIERO CIVIL
CIP N° 135007
JEFE DE LABORATORIO



Perlita Pre-expandida



Descripción

La Perla Tecnopol es el resultado de la expansión de la perlita pura o poliestireno (EPS), por sus cualidades térmicas, ligereza, amortiguamiento y baja absorción de agua, se utiliza principalmente en la obtención de concretos y morteros aligerados de buena vitalidad estructural con altos rendimientos y bajo costo. Se expande en densidades de 8 a 16 kg/m³ y requerimientos especiales, según la necesidad del cliente.

Beneficios



Ligereza

Obteniendo concretos y morteros más livianos que reducen el peso muerto de la estructura.



Ahorro en Materiales

Reducción en las cantidades de concreto.



Mejores Revenimientos

Facilita el bombeo a grandes distancias y alturas.



Aislante Térmico

Gracias a las propiedades del EPS se obtienen concretos con propiedades térmicas aislantes mejorando el confort del edificio.

Aplicaciones

- Construcción (mortero y hormigón alivianado).
- Agricultura (compostaje).
- Viveros (múltiples usos).
- Relleno de muñecos.

Almacenamiento

- No retirara del empaque hasta el momento de hacer uso del producto.
- Evitar contacto con superficies a temperatura mayor a 80°C.
- No exponer a fuego directo.

Proporcionamiento

Densidad del Mortero (kg/m ³)	Cemento (kg)	Arena (kg) (L)		Agua (L)	Perla (kg) (L)		Resistencia de la compresión(kg/cm ²)	Conductividad térmica (Btu·in/h·ft ² ·F°·(W/mk)		Absorción de agua (% en peso)
600	190	190	120	95	12.00	1000	10.00	1.45	(0.21)	3.70
800	270	270	170	135	10.70	890	45.00	2.18	(0.33)	3.26
1000	350	350	220	175	9.40	780	75.00	2.96	(0.43)	2.34
1200	430	430	270	215	8.00	670	100.00	3.71	(0.53)	2.05
1400	510	510	320	255	6.70	560	125.00	4.51	(0.65)	1.90
1600	590	590	370	295	5.40	450	150.00	5.24	(0.76)	0.94

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TESIS: Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC, Pasco-2019

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
<p><u>PROBLEMA GENERAL:</u></p> <p>¿Cómo influyen las perlas de poliestireno expandido (EPS) en la obtención de un concreto ligero de buena calidad en los Laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil, Pasco-2019?</p> <p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• ¿Cómo elaborar un diseño de mezcla óptimo que me permita agregar perlas de poliestireno expandido EPS en un concreto convencional para hacerlo ligero?• ¿Cómo influye el reemplazo del agregado grueso por las perlas de poliestireno expandido EPS en la resistencia a la compresión del concreto?• ¿Qué propiedades adquiere el concreto ligero con perlas de poliestireno expandido EPS frente a un concreto convencional de igual resistencia?• ¿Cómo evaluar el comportamiento del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido EPS frente a un concreto convencional en cuanto a su uso en la construcción?	<p><u>OBJETIVO GENERAL:</u></p> <p>Determinar la influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en la obtención de un concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la Undac, Pasco – 2019.</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Elaborar un diseño de mezcla óptimo que me permita agregar perlas de poliestireno expandido EPS en un concreto convencional para hacerlo ligero.• Determinar la influencia del reemplazo del agregado grueso por las perlas de poliestireno expandido EPS en la resistencia a la compresión del concreto.• Determinar las propiedades que adquiere el concreto ligero con perlas de poliestireno expandido EPS frente a un concreto convencional de igual resistencia.• Evaluar el comportamiento del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido EPS frente a un concreto convencional en cuanto a su uso en la construcción.	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL:</u></p> <p>La influencia de las perlas de poliestireno expandido EPS en la obtención de un concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC nos determina si su uso es factible en diferentes ámbitos del sector construcción sin afectar a su calidad.</p> <p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Si elaboramos un diseño de mezcla óptimo, reemplazando el agregado grueso por perlas de poliestireno expandido EPS se obtendrá un concreto ligero de buena calidad.• Si determinamos la influencia que tiene el reemplazo de las perlas de poliestireno expandido por el agregado grueso en su peso y resistencia a la compresión podremos obtener los tipos de uso que se le puede dar en la Región Pasco al concreto ligero.• Si determinamos las propiedades que adquiere el concreto ligero frente a un concreto convencional, obtendremos no solo un concreto ligero de buena calidad sino también determinaremos sus usos aplicativos en la Región Pasco.• Si evaluamos el comportamiento del concreto ligero no solo obtendremos un concreto ligero de buena calidad sino también daremos correcto uso de sus aplicaciones en el sector construcción.

ORGANIZACIÓN DE LAS VARIABLES			METODOLOGÍA
VARIABLE	INDICADORES	ÍNDICES	
<p><u>VARIABLES INDEPENDIENTES</u></p> <p>a) Perlas de poliestireno expandido en el diseño de mezcla.</p>	<p><u>Indicadores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dosis de las EPS (%) - Densidad de las EPS - Peso de las EPS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 0-100% ✓ Normas ✓ Características físicas ✓ Características químicas 	<p><u>MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN</u></p> <p>El método que se usará será el ESTADÍSTICO - DESCRIPTIVO ya que se realizarán pruebas la cuales se describirán, analizarán, organizarán y por último se clasificarán los resultados para determinar sus propiedades particulares que tuvo cada espécimen.</p>
<p><u>VARIABLE DEPENDIENTE</u></p> <p>b) Resistencia a la compresión del concreto ligero.</p> <p>-</p>	<p><u>Indicadores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la compresión. - Densidad - Peso unitario - Evaluación del comportamiento. - Aplicación 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consistencia(slump) ✓ Contenido de aire ✓ Ensayo a la compresión. 	<p><u>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</u></p> <p>El diseño que se utilizará en la investigación será de carácter CUASI EXPERIMENTAL ya que relacionaremos las variables de las cuales tendrán un carácter en particular y que al final se compararán para dar la conclusión final a la hipótesis, para esto seguiremos un procedimiento tal y como se indica en el siguiente esquema:</p> <p style="text-align: center;">OG -----> HG -----> CG</p> <p>OG = OBJETIVO GENERAL HG = HIPÓTESIS GENERAL CG = CONCLUSIÓN GENERAL</p>
<p><u>VARIABLES INTERVINIENTES</u></p> <p>c) Realizar una correcta dosificación en la elaboración del concreto.</p>	<p><u>Indicadores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Proporciones de los materiales. - Cantidad de aditivo (Opcional) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dosificaciones por pie cúbico ✓ 0-10% de aditivo 	<p><u>POBLACIÓN Y MUESTRA</u></p> <p><u>POBLACIÓN</u></p> <p>La población para la investigación serán las probetas de concreto elaborada con los múltiples diseños de mezcla que se elaborarán en los Laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la Undac.</p> <p><u>MUESTRA</u></p> <p>Serán un total de 30 muestras de concreto ligero con EPS que se elaborarán según las normas y reglamentos de un concreto convencional para su posterior análisis.</p>