



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL AGREGADO DE LA CANTERA DE HUANCHACO Y DEL MILAGRO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE PARA DRENAJE, TRUJILLO 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Gilver Alex Andre Mostacero Leon

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios, por iluminar cada paso que doy en la vida,
por derramar su bendición e iluminar mi camino,
sobre todo, por darme fuerzas en los momentos
difíciles que me toca enfrentar y también para cumplir
todos mis objetivos y metas.

A mis padres Dora León y Ercules Mostacero, que son lo más importante en mi vida y que siempre estuvieron apoyándome para poder lograr mis metas, estuvieron a mi lado en cada etapa de mi vida y que con mucho esfuerzo y sacrificio me dieron una carrera profesional, ellos son la fuente para poder seguir adelante y seguir cumpliendo mis objetivos trazados; también va dedicado a mis hermanos, Leysi, Andrés e Ivan quienes me brindaron su apoyo y no dejaron que decayera. A mi enamorada Alexandra Ortega Morales, quien me brindó su apoyo y aliento en cada momento de dificultad y también estuvo a mi lado en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, por iluminar mi camino y derramar su bendición para poder lograr uno de mis mayores objetivos que fue culminar mi carrera profesional y también por darme fuerzas para seguir adelante y superar todos obstáculos que se presentaron durante este camino.

A toda mi familia y en especial a mis padres Ercules Mostacero Zocón y Dora León Díaz que, por su esfuerzo y sacrificio, ahora estoy culminando una de mis metas trazadas y lograr ser un profesional, también porque siempre me inculcaron y fomentar buenas actitudes en mi persona y sobre todo por guiarme por el camino del bien para ser una mejor persona y a mis hermanos por su confianza y aliento para seguir adelante.

Gracias al asesor el ing. Josualdo Villar Quiroz y al ingeniero Alberto Rubén Díaz Vásquez, sin ellos, este proyecto no hubiese sido posible, por sus enseñanzas y consejos, quienes han sido mi soporte para poder desarrollar la investigación. Asimismo, agradecer a todos los profesores de la universidad por sus sabias enseñanzas y brindarnos todos sus conocimientos para lograr ser buenos profesionales.

Además, agradecer a mis amigos, siempre estuvieron apoyándome y confiando en mí; a mi enamorada, quien supo darme aliento y apoyo, para seguir adelante en los momentos más difíciles.

Gílder Alex André Mostacero León

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE IMAGENES	10
ÍNDICE DE GRÁFICAS	12
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. Realidad Problemática:	16
1.2. Formulación del problema:	27
1.3. Objetivos	27
1.3.1. Objetivo General.....	27
1.3.1. Objetivos Específicos.....	27
1.4. Hipótesis	28
1.4.1. Hipótesis General.....	28
1.4.2. Hipótesis Específicas.....	29
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	31
2.1. Tipo de investigación	31
2.1.1. Diseño de investigación.....	31
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	32
2.1.1. Población.....	32
2.2.2. Muestra.....	32
2.3. Técnicas e instrumentos de análisis de datos	34
2.3.1. Técnicas de recolección de datos.....	34
2.3.2. Instrumentos de recolección de datos.....	34
2.3.3. Procedimiento.....	35
2.3.3.1. Secuencia Experimental.....	35
2.3.4. Adquisición de materiales.....	36
2.3.5. Caracterización de material.....	37
2.3.5.1. Contenido de Humedad.....	37
2.3.5.2. Peso Específico Aparente, real y absorción del agregado.....	38
2.3.5.3. Peso Unitario Suelto y Compactado del agregado grueso y relación de vacíos.....	40
2.3.5.4. Análisis Granulométricos.....	42
2.3.5.5. Diseño de Mezclas.....	43
2.3.6. Elaboración de probetas.....	43
2.3.7. Curado de probetas.....	43
2.3.8. Ensayos.....	44
2.3.8.1. Asentamiento.....	44
2.3.8.2. Peso Unitario.....	45
2.3.8.3. Resistencia a la Compresión.....	46

2.3.8.4.	Permeabilidad.....	47
2.3.8.5.	Velocidad de Infiltración.....	50
2.4.	Técnicas e instrumentos de análisis de datos.....	52
2.4.1.	Método de análisis de datos.....	52
2.4.2.	Instrumentos de análisis de datos.....	52
CAPÍTULO III. RESULTADOS		52
3.1.	Caracterización del agregado.....	52
3.1.1.	Contenido de humedad natural del agregado grueso.....	53
3.1.2.	Peso específico y absorción.....	54
3.1.3.	Peso volumétrico suelto y porcentaje de vacíos.....	55
3.1.4.	Análisis Granulométrico por tamizado.....	57
3.2.	Diseños de mezclas.....	59
3.3.	Ensayo de asentamiento y peso unitario.....	62
3.3.1.	Asentamiento del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	62
3.3.2.	Asentamiento del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	62
3.3.3.	Peso unitario suelto y compactado del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	63
3.3.4.	Peso unitario suelto y compactado del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	64
3.4.	Resistencia a la compresión.....	65
3.5.	Coefficiente de permeabilidad.....	67
3.6.	Velocidad de infiltración.....	68
3.7.	Prueba de normalidad.....	69
3.7.1.	Resistencia a la compresión.....	69
3.7.2.	Coefficiente de permeabilidad.....	70
3.7.3.	Velocidad de infiltración.....	71
3.8.	Análisis de la varianza.....	71
3.8.1.	Resistencia a la compresión.....	71
3.8.2.	Coefficiente de permeabilidad.....	73
3.8.3.	Velocidad de Infiltración.....	73
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.		74
4.1.	Discusión.....	75
4.1.1.	Caracterización del agregado.....	75
4.1.1.1.	Contenido de Humedad.....	75
4.1.1.2.	Peso Específico aparente y real del agregado grueso.....	76
4.1.1.3.	Porcentaje de Absorción del agregado.....	77
4.1.1.4.	Peso volumétrico suelto y compacto de los agregados.....	78
4.1.1.5.	Análisis granulométrico de agregado grueso.....	80
4.2.	Conclusiones.....	91
4.3.	Recomendaciones.....	92
REFERENCIAS.....		92
ANEXOS		96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Hipótesis General.....	28
Tabla N°02: Hipótesis Especifica 01.....	29
Tabla N°03: Hipótesis Especifica 02.....	29
Tabla N°04: Hipótesis Especifica 03.....	30
Tabla N°05: Número de probetas a elaborar por cada ensayo.....	33
Tabla N°06: Contenido de humedad del agregado de 3/8", 1/2" y 3/4" de la cantera del Milagro.....	53
Tabla N°07: Contenido de humedad del agregado de 3/8", 1/2" y 3/4" de la cantera de Huanchaco.....	53
Tabla N°08: Peso Específico aparente, real y absorción del agregado grueso de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera del Milagro.....	54
Tabla N°09: Peso Específico aparente, real y absorción del agregado grueso de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera de Huanchaco.....	54
Tabla N°10: Peso Unitario suelto y porcentaje de vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera del Milagro.....	55
Tabla N°11: Peso Unitario suelto y porcentaje de vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera de Huanchaco.....	55
Tabla N°12: Peso Unitario compacto y porcentaje de vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera del Milagro.....	56
Tabla N°13: Peso Unitario compacto y porcentaje de vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera de Huanchaco.....	56
Tabla N°14: Análisis Granulométrico de la cantera del Milagro.....	57
Tabla N°15: Análisis Granulométrico de la cantera de Huanchaco.....	58
Tabla N°16: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/8" de la cantera del Milagro para 1 m ³	59
Tabla N°17: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 1/2" de la cantera del Milagro para 1 m ³	59

Tabla N°18: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/4" de la cantera del Milagro para 1 m ³	60
Tabla N°19: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/8" de la cantera de Huanchaco para 1 m ³	60
Tabla N°20: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 1/2" de la cantera de Huanchaco para 1 m ³	61
Tabla N°21: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/4" de la cantera de Huanchaco para 1 m ³	61
Tabla N°22: Ensayo de Asentamiento o Slump del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	62
Tabla N°23: Ensayo de Asentamiento o Slump del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	62
Tabla N°24: Ensayo de Peso Unitario Suelto del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	63
Tabla N°25: Ensayo de Peso Unitario Compactado del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	63
Tabla N°26: Ensayo de Peso Unitario Suelto del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	64
Tabla N°27: Ensayo de Peso Unitario Compactado del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	64
Tabla N°28: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera del Milagro a los 7 días de curado.....	65
Tabla N°29: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera del Milagro a los 28 días de curado.....	65
Tabla N°30: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera de Huanchaco a los 7 días de curado.....	66
Tabla N°31: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera de Huanchaco a los 28 días de curado.....	66
Tabla N°32: Coeficiente de Permeabilidad de agregado de la cantera del Milagro.....	67

Tabla N°33: Coeficiente de Permeabilidad de agregado de la cantera de Huanchaco.....	67
Tabla N°34: Test de infiltración de concreto permeable con agregado de la cantera del Milagro.....	67
Tabla N°35: Test de infiltración de concreto permeable con agregado de la cantera de Huanchaco.....	68
Tabla N°36: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 7 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	68
Tabla N°37: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 7 días de curado con respecto a la cantera de procedencia.....	68
Tabla N°38: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	69
Tabla N°39: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 28 días de curado con respecto a la cantera de procedencia.....	70
Tabla N°40: Prueba de Normalidad de Coeficiente de Permeabilidad a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	70
Tabla N°41: Prueba de Normalidad de Coeficiente de Permeabilidad a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	70
Tabla N°42: Prueba de Normalidad de la Velocidad de Infiltración a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	71
Tabla N°43: Prueba de Normalidad de la Velocidad de Infiltración a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.....	71
Tabla N°44: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo de resistencia a la compresión a 7 días con respecto a la cantera de procedencia.....	71
Tabla N°45: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo de resistencia a la compresión a 7 días con respecto a la cantera de procedencia.....	72
Tabla N°46: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo de resistencia a la compresión a 28 días con respecto a la cantera de procedencia.....	72
Tabla N°47: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo de resistencia a la compresión a 28 días con respecto a la cantera de procedencia.....	72
Tabla N°48: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo de permeabilidad del concreto a 28 días de curado.....	73

Tabla N°49: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo de permeabilidad del concreto a 28 días de curado.....	73
Tabla N°50: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo velocidad de infiltración del concreto a 28 días de curado.....	74
Tabla N°51: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo velocidad de infiltración del concreto a 28 días de curado.....	74
Tabla N°52: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Contenido de Humedad.	
Tabla N°53: Guía de Observación del agregado de la cantera Huanchaco, ensayo: Contenido de Humedad.	98
Tabla N°54: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Peso volumétrico suelto del agregado grueso y vacíos en los agregados.....	100
Tabla N°55: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Peso volumétrico suelto del agregado grueso y vacíos en los agregados.....	101
Tabla N°56: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Peso volumétrico compacto del agregado grueso y vacíos en los agregados.....	102
Tabla N°57: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Peso volumétrico compacto del agregado grueso y vacíos en los agregados.....	103
Tabla N°58: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Peso específico aparente y real del agregado grueso y absorción del agregado.....	104
Tabla N°59: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Peso específico aparente y real del agregado grueso y absorción del agregado.....	105
Tabla N°60: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Análisis Granulométrico y Modulo de Finura.....	106
Tabla N°61: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Análisis Granulométrico y Modulo de Finura.....	107
Tabla N°62: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Resistencia a la Compresión a 7 días.....	108
Tabla N°63: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Resistencia a la Compresión a 28 días.....	109

Tabla N°64: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Resistencia a la Compresión a 7 días	110
Tabla N°65: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Resistencia a la Compresión a 28 días.....	111
Tabla N°66: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Permeabilidad a 28 días.....	112
Tabla N°67: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Permeabilidad a 28 días.....	113
Tabla N°68: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Velocidad de Infiltración a 28 días.....	114
Tabla N°69: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Velocidad de Infiltración a 28 días.....	115

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen N°01: Permeámetro recomendado por ACI 522R-10.....	47
Imagen N°02: Montaje del permeámetro.....	48
Imagen N°03: Permeámetro construido tomando como referencia la norma ACI 522R-10.....	49
Imagen N°04: Dimensiones de anillo de infiltración.....	50
Imagen N°05: Visita a la cantera de Huanchaco para poder extraer el agregado.....	115
Imagen N°06: Visita y extracción de agregado de la cantera de del Milagro.....	116
Imagen N°07: Pesando la muestra en estado natural, para realizar el ensayo de contenido de humedad.....	117
Imagen N°08: Retiro de la muestra del horno, la cual estuvo dentro por un tiempo promedio de 24 horas.....	118
Imagen N°09: Lavado de la muestra, para proceder con el ensayo.....	119
Imagen N°10: Material sumergido en agua por un periodo de tiempo de 24 horas.....	120
Imagen N°11: Colocando el agregado en la malla metálica para obtener el peso sumergido.....	121
Imagen N°12: Peso del molde para proceder con el ensayo.....	122
Imagen N°13: Realizando el vaciado del agregado en el recipiente, sin compactar.....	123
Imagen N°14: Realizando la compactación del agregado con la varilla.....	124
Imagen N°15: Realizando el tamizado del agregado.....	125
Imagen N°16: Material retenido en cada malla.....	126
Imagen N°17: Material retenido en cada malla.....	127
Imagen N°18: Preparación de mezcla en trompo.....	128
Imagen N°19: Mezcla en estado fresco, agregado de 1/2".....	129
Imagen N°20: Mezcla en estado fresco, agregado de 3/8".....	130
Imagen N°21: Midiendo el asentamiento del concreto.....	131
Imagen N°22: Medida del asentamiento en estado fresco.....	132

Imagen N°23: Elaboración de probetas Cilíndricas y rectangulares.....	133
Imagen N°24: Elaboración de probetas cilíndrica para el ensayo de permeabilidad.....	134
Imagen N°25: Elaboración de probetas cilíndrica para el ensayo de compresión.....	135
Imagen N°26: Desencofrado de probetas cilíndricas.....	136
Imagen N°27: Desencofrado de probetas rectangulares.....	137
Imagen N°28: Colocación de probetas cilíndricas en la poza de curado.....	138
Imagen N°29: Curado de las probetas rectangulares con papel fill, para el ensayo de infiltración.....	139
Imagen N°30: Probetas listas para ser ensayadas a compresión.....	140
Imagen N°31: Realizando la medida del largo de las probetas con vernier.....	141
Imagen N°32: Realizando la medida del diámetro de las probetas con vernier.....	142
Imagen N°33: Realizando el ensayo de resistencia a la compresión en la compresora hidráulica.....	143
Imagen N°34: Falla de la probeta.....	144
Imagen N°35: Falla de la probeta, elaborada con agregado de ½".....	145
Imagen N°36: Falla de la probeta, elaborada con agregado de 3/4".....	146
Imagen N°37: Realizando el ensayo de resistencia a la compresión con la inspección del ingeniero asesor de tesis.....	147
Imagen N°38: Realizando el ensayo de resistencia a la compresión.....	148
Imagen N°39: Realizando el ensayo de permeabilidad y midiendo el nivel de agua.....	149
Imagen N°40: Punto de salida de agua del permeámetro.....	150
Imagen N°41: Realizando ensayo de infiltración a probeta rectangular elaborada con agregado de ¾".....	151
Imagen N°42: Realizando ensayo de infiltración a probeta rectangular elaborada con agregado de 3/8".....	152
Imagen N°43: Realizando ensayo de infiltración a probeta rectangular elaborada con agregado de 3/4".....	153

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N°01: Diseño de Investigación.....	32
Gráfica N°02: Secuencia Experimental.....	36
Gráfica N°03: Curva Granulométrica de la cantera del Milagro.....	57
Gráfica N°04: Curva Granulométrica de la cantera de Huanchaco.....	58
Gráfica N°05: Contenido de Humedad del agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro.....	75
Gráfica N°06: Peso Específico del agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro.....	76
Gráfica N°07: Porcentaje de Absorción del agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro.....	77
Gráfica N°08: Peso Unitario Suelto Seco promedio de la cantera de Huanchaco y del Milagro.....	79
Gráfica N°09: Peso Unitario Compacto Seco promedio de la cantera de Huanchaco y del Milagro.....	79
Gráfica N°10: Resistencia a la Compresión promedio a 7 días de curado de las canteras de Huanchaco y el Milagro.....	81
Gráfica N°11: Resistencia a la Compresión promedio a 28 días de curado de las canteras de Huanchaco y del Milagro.....	81
Gráfica N°12: Coeficiente de Permeabilidad del Concreto elaborado con los agregados de las canteras de Huanchaco y del Milagro.....	84
Gráfica N°13: Tamaño de Poros Vs Tamaño de Agregado.....	85
Gráfica N°14: Velocidad de Infiltración del Concreto elaborado con los agregados de las canteras de Huanchaco y del Milagro.....	86
Gráfica N°15: Percolación Vs Contenido de aire.....	87
Gráfica N°16: Resistencia a la Compresión Vs Permeabilidad del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro.....	88

Gráfica N°17: Resistencia a la Compresión Vs Permeabilidad del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.....	89
Gráfica N°18: Resistencia a la Compresión Vs Contenido de Vacíos para tamaños de agregado N°8 y N°67.....	90

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo, en la Universidad Privada del Norte, se determinó la influencia del tamaño de agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro en las propiedades de drenaje, en la elaboración de concreto permeable. Para la elaboración de la tesis se empleó un diseño experimental y experimental puro, el muestreo fue probabilístico, para la recolección de datos se utilizó como técnica la observación y como instrumento la guía de observación, para el análisis de datos se empleó la inferencia estadística.

El problema en la ciudad de Trujillo año tras año, cada vez que ocurren o se encuentra en temporadas de lluvia está expuesto a inundaciones de las diferentes calles, avenidas y parques; sufriendo estos daños y ocasionando problemas e incomodidad en los ciudadanos. Para el desarrollo del trabajo de investigación se elaboraron diseños de mezcla por cada tamaño de agregado y por cada cantera. Posteriormente se llevó a cabo los ensayos de permeabilidad, velocidad de infiltración y resistencia a la compresión, así se pudo evaluar y comparar las características hidráulicas y mecánicas de cada concreto elaborado con agregado de 3/8", 1/2" y 3/4". De los resultados obtenidos en los ensayos, se determinó que la permeabilidad promedio del concreto con agregado de procedencia de la cantera de Huanchaco, para el agregado de 3/8" fue 0.20 cm/s, 1/2" fue 0.28 cm/s y de 3/4" fue 0.51 cm/s; para la cantera del Milagro los resultados de la permeabilidad para el agregado de 3/8" fue 0.22cm/s. Para ensayo de velocidad de infiltración, como resultados promedio para el concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco de 3/8", 1/2" y 3/4" fueron 2,235.25 mm/s; 2,612.19 mm/s y 3, 417.46 mm/s. De igual manera se obtuvieron los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con una edad de 7 días de curado para un concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro, con tamaño de 3/8", 1/2" y 3/4", siendo la resistencia promedio de 74.17 kg/cm², 67.31 kg/cm², 46.57 kg/cm² y para la cantera de del Milagro los resultados promedio obtenidos fueron 76.38 kg/cm², 56.73 kg/cm² y 50.49 kg/cm² respectivamente. También se realizó el ensayo a una edad de curado de 28 días, obteniendo como resistencia promedio de 120.52 kg/cm², 87.45 kg/cm² y 56.27 kg/cm² para el concreto elaborado con agregado de 3/8", 1/2" y 3/4" respectivamente, agregado de procedencia de la cantera de Huanchaco, lo mismo para el agregado de la cantera del Milagro, teniendo como resistencia promedio para el concreto con agregado de 3/8", 1/2"y 3/4" una resistencia de 107.74 kg/cm², 71.34 kg/cm² y 62.11 kg/cm², respectivamente.

La investigación concluye que el concreto permeable elaborado con agregado de 3/8" y 1/2" presentan un mejor y mayor comportamiento hidráulico, que comprenden y se encuentran entre los valores y rangos establecidos por la ACI 522R-10, que son de procedencia de la cantera de Huanchaco, que también presentan una mayor resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The present investigation was developed in the city of Trujillo, at the Private University of the North, the influence of the aggregate size of the Huanchaco and the Miracle quarry on the drainage properties was determined, in the elaboration of permeable concrete. A pure experimental and experimental design was used to prepare the thesis, the sampling was probabilistic, observation was used as the technique for data collection and the observation guide was used as an instrument, the data analysis was used statistical inference.

The problem in the city of Trujillo year after year, whenever they occur or are in rainy seasons, is exposed to flooding from the different streets, avenues and parks; suffering these damages and causing problems and discomfort for citizens. For the development of the research work, mix designs were made for each aggregate size and for each quarry. Subsequently, the permeability, infiltration speed and compression resistance tests were carried out, thus evaluating and comparing the hydraulic and mechanical characteristics of each concrete made with 3/8", 1/2" and 3/4" aggregate. From the results obtained in the tests, it was determined that the average permeability of the concrete with aggregate of origin from the Huanchaco quarry, for the aggregate of 3/8" was 0.20 cm / s, 1/2" was 0.28 cm / s and 3 / 4" was 0.51 cm / s; for the Milagro quarry the permeability results for the 3/8" aggregate was 0.22cm / s. For the infiltration speed test, as average results for the concrete made with aggregate from the Huanchaco quarry of 3/8", 1/2" and 3/4" were 2,235.25 mm / s; 2,612.19 mm / s and 3, 417.46 mm / s. In the same way, the results of the compression resistance test were obtained with an age of 7 days of curing for a concrete made with aggregate from the Huanchaco and Milagro quarry, with a size of 3/8", 1/2" and 3/4", the average resistance being 74.17 kg / cm², 67.31 kg / cm², 46.57 kg / cm² and for the del Milagro quarry the average results obtained were 76.38 kg / cm², 56.73 kg / cm² and 50.49 kg / cm² respectively. The test was also carried out at a curing age of 28 days, obtaining as average resistance of 120.52 kg / cm², 87.45 kg / cm² and 56.27 kg / cm² for concrete made with aggregate of 3/8", 1/2" and 3/4" respectively, added from the Huanchaco quarry, the same for the addition of the Miracle quarry, having as average resistance for the concrete with added 3/8", 1/2" and 3/4" a resistance of 107.74 kg / cm², 71.34 kg / cm² and 62.11 kg / cm², respectively.

The investigation concludes that the permeable concrete made with aggregate of 3/8" and 1/2" present a better and greater hydraulic behavior, which comprise and are among the values and ranges established by ACI 522R-10, which are from the Huanchaco quarry, which also have greater compressive strength.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática:

Las vías de transporte, tiene un papel fundamental e importante en el día a día de las personas, ya que nos permite transportarnos de un lugar a otro sin presentar muchas dificultades, las personas utilizan el transporte como medio para realizar diferentes actividades y en muchas ocasiones resulta ser un medio muy eficiente, pero también en suele ser un problema, ya que las vías por donde transitan vehículos y peatones, presenta innumerables deficiencias como es el deterioro del pavimento que puede ser causado por las grandes precipitaciones ocasionadas por las lluvias, generando inundaciones y dificultades y molestias en el tránsito tanto vehículos como de las personas. Por otra parte, diferentes países del mundo ya se vienen desarrollando e implantando nuevas tecnologías para mitigar y solucionar estos problemas que puedan presentar las vías, como es la aplicación del concreto permeable en los pavimentos, impulsando la reutilización y conservación del agua y de las vías, a la vez impulsando la utilización de este tipo de tecnología y/o solución en diferentes países y de esta manera de lograr formar ciudades sostenibles.

En España, la Sociedad Municipal Barcelona Gestión Urbanística, S.A. (BAGUR.SA), tienen como objetivo alcanzar que las actuaciones urbanísticas y arquitectónicas en Barcelona contengan criterios que estén basados en el desarrollo sostenible, en los últimos años vienen promoviendo la instauración y mejora de los Sistemas y propiedades de Drenaje Sostenible para la correcta gestión de la escorrentía pluvial en el ámbito urbano. (Doménech, Perales M, y Soto Fernández, 2010).

Por lo que conlleva a que la ciudad de Barcelona prosigue un camino de semejanza a diferentes ciudades de todo el mundo que ya han incorporado e implementado el aprovechamiento el agua de las lluvias, mitigando los efectos negativos de las propiedades de drenaje con los que cuentan los sistemas convencionales, que en muchos casos provocan inundaciones, erosión, contaminación, como también ocasionando molestias a los ciudadanos.

El aumento de la población y de nuevas urbanizaciones residenciales e industriales, implica la impermeabilización de zonas de gran área donde la escorrentía drena rápidamente a la red de colectores subyacente, que se ha de administrar cada vez mayor volumen de agua. Las autoridades competentes vienen realizando los esfuerzos para mejorar los sistemas y a la vez las propiedades de drenaje urbano, pero aun así cada año se producen inundaciones en el contexto urbano y vertidos de agua no tratada, como consecuencia produce afecciones tanto a los ciudadanos como al medio ambiente. Por lo que se plantea objetivamente actuar donde empieza a producir el problema, identificando los puntos donde el agua de lluvia tiene contacto con la ciudad; esto ha hecho que en países surja el empleo de Sistemas de Drenaje Sostenible (SuDS), mejorando a la vez las condiciones ambientales y las carencias y deficiencias en las propiedades de drenaje.

En la ciudad de Barcelona se está introduciendo la instauración de Sistemas de Drenaje Sostenible en las actividades urbanísticas, promoviendo el aprovechamiento del agua de las lluvias y la integración de las infraestructuras de drenaje urbano, por lo que conlleva a realizar estudios, investigaciones para desarrollar nuevas tecnologías y mejorar las propiedades de drenaje.

En España se habla de las prácticas sostenibles, pero todavía es difícil lograr llevar a la aplicación práctica. Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible requieren su espacio urbano y esto no se puede estar al margen de los nuevos desarrollos de las ciudades. (Perales Monparler, S., & Andres Domenech, I , 2008)

Los métodos de evaluación del comportamiento y la investigación para la mejora de los procesos que actúan en los SUDS (Sistema Urbano de Drenaje Sostenible), se encuentran en evolución y desarrollo continuo en todo el mundo. Los SUDS está cada vez más concurrente, por lo tanto, se pueden realizar diseños de una forma más cómoda y efectiva.

La gestión de las escorrentías urbanas en Europa, se ha enfocado en el desarrollo y mejoramiento de las propiedades de drenaje urbano para el control de las inundaciones, hace aproximadamente diez años que se empezó a tomar conciencia del problema de la contaminación. A partir de eso,

se comienza a adoptar criterios de cantidad y calidad. El uso y mejora de las propiedades en los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible, se encuentra más desarrollado en los países del centro y norte de Europa a diferencia de la zona sur, donde países como España, Italia, Grecia y Portugal cuentan todavía con limitada e insuficiente experiencia.

En España, las tecnologías alternativas de avance y perfeccionamiento de las propiedades de drenaje urbano todavía no se han consolidado. Un obstáculo importante y argumento, es la diferencia entre los patrones de lluvia en el Mediterráneo y el norte de Europa, donde empezó el desarrollo de los SUDS en el continente. La metodología más desarrollada en España, es la que corresponde a los depósitos de retención. De esta manera, en ciudades como Barcelona y Madrid, se ha realizado un esfuerzo importante en la materia. Actualmente se encuentran en utilidad 10 depósitos de uso mixto en Barcelona (como de control de inundaciones), con una capacidad útil total de 400 000 m³. También, se encuentran otros 31 proyectados en toda la ciudad que añaden 1 150 000 m³ más. En Madrid, se ha implementado el Plan de Mejora de la Calidad de las Aguas del Río Manzanares, con la finalidad de alcanzar el buen estado ecológico de dicho río, con la construcción de tanques de tormenta que puedan asegurar la calidad del tramo urbano de río y del ecosistema fluvial aguas abajo del mismo. Se han planificado 27 depósitos, con una capacidad total de 1 300 000 m³.

Entre uno de los problemas más importantes que tiene la ciudad de Bogotá – Colombia, es la amortiguación de aguas de lluvias y la deficiente mejora de las propiedades de drenaje en el espacio público, mucho más en los periodos de precipitación, ya que el avanzado desarrollo urbano ha ocasionado la impermeabilización de la ciudad contando con pocos espacios vegetales que puedan favorecer a interceptar el agua lluvia. . (IANAS & UNESCO, 2015).

Es frecuente observar los sistemas de drenaje desbordados en épocas de lluvia debido a las grandes cantidades de agua pluvial, provenientes de las zonas urbanas impermeables, excediendo en ocasiones la capacidad de los colectores y generando inundaciones y encharcamientos en las vías y espacio público, cada temporada invernal.

La precipitación se ha convertido en gran parte en escorrentía superficial que al concentrarse originan grandes caudales, a diferencia de las zonas naturales no urbanizadas en donde apenas se produce escorrentía subsuperficial y esto ocurre gracias a procesos y mejores condiciones de las propiedades de drenaje, como también la infiltración, el almacenamiento superficial o subterráneo y la evapotranspiración o la evaporación.

Las mejoras en las propiedades de los drenajes convencionales son progresivas; la construcción de mayores tanques de tormenta, automatización de las conexiones, control en tiempo real, etc.; pero aun así se continúa con el proceso de desarrollo de las propiedades de drenaje en nuevas zonas impermeables, donde se conectan los nuevos desarrollos al colector de la red de drenaje más cercano, y así se suma más cantidades de agua una y otra vez, por lo que llega a sobrepasar la capacidad de los colectores principales, tanques de tormenta y plantas depuradoras existentes. Sin embargo, a pesar de las mejoras que se realizan en las propiedades de los sistemas de drenaje urbano, los problemas con la cantidad de escorrentía superficial siguen ocasionando grandes e importantes pérdidas económicas como también pérdidas humanas.

Las inundaciones en zonas urbanas es un problema de las propiedades de drenaje con las que se cuenta, como también un inconveniente derivado de la urbanización con altos impactos sobre la población y su estilo de vida, puesto que se ven afectadas áreas densamente pobladas que contienen infraestructuras de vital importancia. Entre el 2001 y 2010, fueron el tipo más común de desastre a nivel global, que dejó por lo menos la mitad de las víctimas de todos los desastres naturales y de pérdidas económicas valorizadas aproximadamente en 185 billones de dólares. (International Disaster Database–EM-DAT–, 2011).

En Colombia la implementación de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible y mejora progresiva de las propiedades de drenaje es reciente y tiene un alto e importante condición para mejorar la gestión del agua urbana. En nuestro entorno todavía no se están utilizando de manera generalizada, y menos aún como elementos de reducción de la contaminación.

El drenaje urbano se da a inicios del Siglo XIX, teniendo como necesidad solucionar el problema de las aguas servidas escurriendo por canales abiertos y el defecto que tenían las propiedades de drenaje. (IANAS & UNESCO, 2015).

Desde aquella época resalta la importancia del sistema de alcantarillado y la recolección de aguas de las lluvias del centro de Santiago de Chile que fue construido en 1906 (Bertrand, 1908). Luego hasta la década del sesenta, se logran construir redes de colectores unitarios por diferentes ciudades de todo el país, que fueron diseñados para evacuar las aguas servidas y la escorrentía urbana. Seguidamente en las décadas de 1970 y 1980, las aguas de lluvias llegaron a ser un problema secundario a diferencia del agua potable y aguas servidas, en 1992 se asignó a las municipalidades la gestión de éstas dada la falta de legislación al respecto.

“La Ley N° 19,525 de Aguas Lluvias de 1997 declara al Estado responsable de la existencia de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias en centros poblados”. Cada sistema está conformado y separada en una red primaria y otra secundaria, que es gestionada por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) respectivamente. Dicha Ley crea la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), que se encarga de elaborar Planes Maestros (PMs) para el mejoramiento de las propiedades de drenaje urbano e inspeccionar las conexiones de la red secundaria a la primaria.

En el año 2013 el MOP publicó el Manual de Drenaje Urbano (MDU), donde se pone énfasis las preocupaciones, intereses y responsabilidades de los involucrados (instituciones privadas, urbanizadores, municipios, ministerios públicos y empresas sanitarias) para crear un único documento que se pueda aplicar a todo el país, que pueda dirigir la participación de estos actores en la planificación, diseño, operación, conservación y mejora de las propiedades de drenaje en los sistemas urbanos.

Una nueva forma de poder realizar mejoras en las propiedades de drenaje urbano, tiene un gran significado y conlleva dar un paso importante en la gestión de las aguas urbanas y de las cuencas donde se encuentran las ciudades. Al Crear y mejorar las normativas de las propiedades drenaje

urbano con las que contara, podrá ayudar y aportar un nuevo desarrollo, pero también esto implica ser responsables de muchos más retos como: Mejorar la información hidrometeorológica que ayudaran en el diseño y el análisis, definir las zonas donde se producen las inundaciones de cauces, emplear herramientas de modelación distribuidas y de simulación, educar e informar a la ciudadanía para que tengan conocimiento de la problemática del drenaje urbano y entiendan funcionamiento ya que ellos son los primeros beneficiados y responsables.

En el Perú no se cuenta con un Sistema y mejora de las propiedades de Drenaje bien definido y desarrollado, excepto la Ciudad de Huamanga, Provincia de Ayacucho, Departamento de Ancash; que es la única ciudad a nivel Nacional que cuenta con un Sistema de Drenaje Pluvial, luego del desafortunado huaico ocurrido el 16 de diciembre del 2009, el cual dejó pérdidas económicas y humanas; a raíz de esto fue motivo para que la autoridades Provinciales, Departamentales y Nacionales construir un moderno Sistema de Drenaje Pluvial, y que el mismo ha evitado que ocurran inundaciones en temporadas de lluvias. La Costa Peruana cada vez que ocurren problemas en las redes de agua y desagüe o desastres naturales como el fenómeno del niño, la mayor parte de las ciudades como Piura, Tumbes, Chiclayo, Trujillo, etc. Quedan inundadas puesto a que no se cuenta con un buen y mejor Sistema de Drenaje, no se desarrollan y aplican nuevas tecnologías para tener en un mejoramiento en las propiedades de drenaje ya que en los sistemas convencionales con los que se cuenta son muy deficientes y por lo que nos lleva a sufrir pérdidas irreparables.

La ciudad de Trujillo año tras año, cada vez que ocurren o se encuentra en temporadas de lluvia está expuesto a inundaciones de las diferentes calles, avenidas y parques; sufriendo estos daños y ocasionando problemas e incomodidad en los ciudadanos. Esto ocurre puesto a que Trujillo no cuenta con un Sistema Integrado para drenar las aguas que se acumulan por las precipitaciones pluviales; las propiedades de drenaje en la ciudad cuenta con muchas deficiencias, el sistema constructivo de las pistas y veredas con las que cuenta varias partes de la ciudad y en particular el centro histórico tienen muchos defectos, ya que deberían ser con caídas o inclinaciones que

están con dirección a drenes, y esto no se ha llegado a dar pese a que las lluvias y el fenómeno de El Niño es cíclico.

Para el buen diseño de los Sistemas de Drenaje y mejorar sus propiedades depende de las normas y criterios establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones como también del Ministerio de Vivienda, estas dos instituciones establecen los parámetros de diseño y son responsables de que cada proyecto a realizar de todo el país, ellos son los encargados de evaluar que cumplan los requerido en la norma OS.060 – Drenaje Pluvial Urbano y en el Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Meneses y Pérez,(2017) en su tesis: “Mezcla asfáltica permeable como parte de la estructura de pavimento a partir del uso y modificación de una mezcla drenante aplicado a vías rurales”. Encontró que la estabilidad de las mezclas permeables modificadas fue mejorada entre un 40% y 50% con respecto a la mezcla de control. La granulometría por el método Bailey fue la que obtuvo resultados más favorables en cuanto a esta variable, sin embargo, el acomodamiento de partículas que se realiza con este método, a pesar de que redujo los vacíos de la mezcla en un 15%, no afectó la capacidad de drenaje, toda vez que cumplió con la prueba de permeabilidad. Al evaluar la relación estabilidad/flujo, ninguno de los especímenes cumplió con los requerimientos mínimos exigidos por la norma, causando que aún no se apruebe el uso de la mezcla asfáltica permeable como parte de la estructura de pavimento.

Gonzales (2016) en su tesis: “Estudio de alternativas para la construcción de firmes permeables”, Se puede concluir que el asfalto poroso es la alternativa adecuada para los 14 aparcamientos considerados, y en consecuencia se procurará su instalación. Por lo tanto, podrían ejecutarse obras de sustitución del firme por uno de otro tipo en los aparcamientos del campus de Las Llamas, tal que coincida el tipo de pavimento con el resultante del proceso de selección multicriterio. Se observa que la variación de los pesos llevada a cabo en este TFG no altera el resultado final.

Laguna Alemán. A., y Piedrahita Gonzales, O. J. (2017) en su tesis: “Estudio comparativo de mezclas de concreto poroso usando materiales disponibles en Cartagena de indias para uso de pavimentos en parqueaderos”, encontró que en el desarrollo del presente proyecto de investigación condujo a evaluar técnica y económicamente a nivel de la laboratorio diferentes

mezclas de concreto poroso, comprobando que algunas de estas mezclas puedan ser empleadas como capa de rodadura en zonas de estacionamiento de Cartagena de Indias, teniendo en cuenta que estas mezclas cumplen con los requisitos arrojados por la revisión literaria en cuanto a sus propiedades mecánicas e hidráulicas. En este trabajo de grado se propuso, tras una revisión de los métodos de diseño existentes, la utilización de un método de diseño de pavimento poroso rígido adaptado a la carga hidrológica característica de una zona específica de Bogotá (Avenida 68 con calle 80) y teniendo en cuenta propiedades hidráulicas y de envejecimiento de una mezcla de pavimento probada en condiciones de laboratorio Gómez et al. (2010), con el fin de controlar las posibles inundaciones que se ocasionen en la zona.

Polanco Andrade, A. M., y Sánchez Vega, A. E. (2012). en su tesis: "Diseño hidráulico de losas en pavimento poroso rígido como estructuras complementarias al drenaje pluvial de Bogotá". Encontró que, De acuerdo a los resultados obtenidos mediante este trabajo de grado, se propone utilizar el método de la curva envolvente como metodología de diseño en la zona de estudio para un periodo de retorno de 2 años, ya que es el más avanzado puesto que arroja de manera inmediata el máximo almacenamiento requerido sin necesidad de realizar cálculos para diferentes duraciones, y adicionalmente se cuenta con la información hidrológica requerida para la aplicación del mismo. Cabe resaltar que esto implica contar con una herramienta que relacione los coeficientes de una ecuación tipo Montana (como la utilizada por la EAAB) con una Talbot (ecuación utilizada por el método original) para la representación mediante ecuaciones funcionales de curvas de Intensidad-duración-Frecuencia. Adicionalmente se propone utilizar el método de los volúmenes para un periodo de retorno de 3 años como metodología de diseño, utilizando los factores de seguridad propuestos para la zona de estudio en este trabajo de grado.

Es de vital importancia desarrollar estudios e investigaciones que puedan aportar a nuestra vida profesional, como también llegar a aportar a nuestra sociedad para desarrollar e innovar con nuevas tecnologías en los procesos constructivos y que de igual manera lo que se llegue a implementar pueda favorecer a nuestro medio ambiente. En todo el mundo se vienen realizando una serie de investigaciones de desarrollos Sostenibles que pueden mejorar la calidad ambiental, evitando que

este se deteriore por las malas actitudes que nosotros las personas tenemos; uno de estos desarrollos e investigaciones son los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible(SUDS), que ya en varios países del mundo se están implementando, investigando y desarrollando, utilizando áreas permeables, que permiten drenar las precipitaciones. Se espera que en un futuro se pueda implementar los SUDS en nuestro País, a base de las investigaciones y estudios que se realicen o se vienen realizando.

Empresa Concreto Ecológico de México, S.A. de C.V. – HIDROCRETO

Es una empresa dedicada a la comercialización, aplicación y distribución de concreto permeable ECOCRETO, HIDROCRETO bajo los estándares más sofisticados de calidad en los aditivos y la aplicación del mismo., ha sido desarrollado con el propósito de resolver el problema del Obras que realizo la empresa de concreto permeable.

- Fraccionamiento Dos Bocas Veracruz(viabilidades).
- Plaza principal en el pueblo de Soyaló, Chiapas.
- Instituto de Vivienda del estado de Aguascalientes.
- Proter & Gamble Planta Talismán (patio de maniobras)
- Bacardi y Cia, Tultitlan, Edo. De México (patio de maniobras).

Empresa CEMEX

Es una compañía global de materiales para la construcción que ofrece productos de alta calidad y servicios confiables a clientes y comunidades en más de 50 países del mundo, a la vez que mantenemos relaciones comerciales en más de 100 naciones. Trabajamos con esmero por desarrollar y entregar las mejores soluciones en cemento, concreto y agregados para poder convertir las ideas en realidad. Obra donde se aplicó concreto permeable:

Cuando la ciudad de Saint-Etienne, una importante localidad de fabricación de bicicletas en Francia, buscaba construir una nueva pista todoterreno y para todo tipo de clima, en el club internacionalmente reconocido Saint-Etienne BMX, CEMEX respondió el desafío con una solución de concreto permeable que elimina el riesgo de encharcamiento y mejora así la seguridad de los ciclistas.

El concreto permeable es un material altamente poroso que permite que el agua (particularmente agua pluvial) se filtre, reduciendo las inundaciones, ayudando a evitar derrapes, y reduciendo la concentración de calor por hasta 4° C. Ésta es una excelente solución para estacionamientos y caminos peatonales, y también para una pista de BMX todo terreno.

En esta sofisticada pista de BMX de 15 metros de altura, después de lanzarse desde una altura de ocho metros en "arranque olímpico", los ciclistas pueden alcanzar velocidades de 70 km/h en cuestión de segundos.

Empresa UNICON

Empresa líder en el mercado peruano con más de 50 años de experiencia en la producción de concreto premezclado. presenta el Concreto Permeable UNISOSTENIBLE, un concreto ecológico para sistemas urbanos sostenibles.

Obra ejecutada con Concreto Permeable:

- Revestimiento de las tuberías de la planta de agua Huachipa (Lima).

Los problemas generados por el agua de lluvia en las ciudades son de sobra conocidos, sobre todo cuando se habla de grandes precipitaciones que desbordan el sistema de drenaje existente, produciendo inundaciones, contaminación difusa por reboses de aguas residuales o pérdidas de servicios urbanos. Todos los años hay que lamentar numerosas pérdidas personales, naturales y económicas derivadas de dichos problemas. (Andrés Valeri et al ,2014).

Ante estos problemas, la sociedad se encuentra con una sensación de inseguridad y fragilidad, sobre todo con el aumento de la intensidad de las precipitaciones en algunas zonas. La ingeniería civil debe tratar de solucionar, o al menos minimizar, estos problemas, atendiendo a una visión global de la economía, el medio ambiente y la sociedad, tres aspectos que van ligados y no deben separarse. Esto deriva hacia un tratamiento integral de los diversos aspectos de diseño asociados

al agua de lluvia: cantidad, calidad y servicio. Por tanto, en el diseño del drenaje urbano no sólo se debe tener en cuenta el punto de vista de control de avenidas, sino también el de la calidad de las aguas pluviales y su posible servicio a la sociedad.

En todo el norte del Perú en ciudades como: Piura, Tumbes, Chiclayo, San Pedro de Lloc, Chimbote, Trujillo y una serie de ciudades más; uno de los principales problemas que se tiene en épocas de invierno son las inundaciones, la colmatación de las redes de drenaje que excede de su capacidad máxima, producida por las lluvias que se dan en esta estación del año, también en oportunidades es ocasionada por problemas en las redes de abastecimiento de agua y alcantarillado y falencias que estas pueden tener; ocasionando problemas, molestias y dificultades en la población para poder realizar sus actividades diarias, ya que el agua no tiene por donde discurrir y alcanzando precipitaciones bastantes altas, ocasionando bastantes pérdidas.

Como principales causas se tiene:

- La impermeabilización del suelo, debida al continuo crecimiento urbano, probablemente sea la principal causa del aumento de los problemas asociados a la gestión del agua de lluvia en las ciudades. La impermeabilización del terreno influye de manera decisiva en la generación de inundaciones en los puntos bajos, así como en el vertido deslocalizado de los contaminantes acumulados al medio natural, fenómeno conocido como contaminación difusa.
- Las constantes lluvias en temporada de invierno.
- La falta de un sistema de drenaje, los sistemas de alcantarillado no tienen la capacidad suficiente de gestionar los grandes volúmenes de agua adicional, siendo necesario un nuevo diseño y construcción de redes de drenaje urbano o una ampliación y mejoramiento de las existentes.
- El mal funcionamiento y diseño de las redes de abastecimiento de agua y alcantarillado.
- La escasa sensibilidad de la sociedad, ya que la baja conciencia de los ciudadanos sobre la importancia del ciclo del agua y su buen uso. El comportamiento de la sociedad es la generación de la contaminación difusa, el contaminante arrastrado por la escorrentía superficial es muy diverso y es asociado al comportamiento irresponsable de la población. (Valerio et al ,2014).

El presente trabajo de investigación, está enfocado en investigar la elaboración de concreto permeable utilizando diferentes tamaños de agregado grueso, realizando los respectivos ensayos para determinar las propiedades y calidad del agregado y materiales a utilizar.

Se desea investigar cuál de todas las muestras de concreto permeable elaborados con diferentes tamaños de agregado y de diferentes canteras, tengan las características adecuadas como resistencia y mejor calidad de drenaje para poder así dar soluciones a los problemas de inundaciones, colmatación de agua en las diferentes calles, avenidas, parques, etc. Como también la saturación de las redes de drenaje y el mal manejo y diseño de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado, la poca capacidad que tienen como red de drenaje a grandes volúmenes de agua y uno de los problemas que hoy en día se vienen dando en diferentes ciudades del mundo es el avanzado desarrollo urbano y para esto también es necesario contar un Sistema de Drenaje Urbano y mucho mejor si puede ser Sostenible y que se pueda reutilizar agua.

De no llegar a concluir o realizar esta investigación, no se podrá verificar y/o analizar qué tipo de concreto permeable elaborado con diferentes tamaños de agregado puede ser el más eficiente para un Sistema de Drenaje Urbano, no existirá una base para investigaciones que se quieran realizar en el futuro, como también el deficiente interés de las autoridades para dar solución a los problemas de drenaje y las altas precipitaciones que se dan en temporadas de lluvia. A nivel académico al no llegarse a realizar esta investigación, será un inconveniente u obstáculo para poder cumplir las metas propuestas a futuro y la dificultad de poder adquirir mayores conocimientos.

1.2. Formulación del problema:

¿Cuál es la influencia del tamaño del agregado DE LA CANTERA DE HUANCHACO Y DEL MILAGRO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE PARA DRENAJE, TRUJILLO 2020"?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia del tamaño de agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro
EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE PARA DRENAJE, TRUJILLO
2020".

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar los ensayos de caracterización correspondientes a los agregados, de las canteras de Huanchaco y del Milagro para determinar sus propiedades físicas.
- Realizar el diseño de mezclas para cada tamaño de agregado.
- Analizar y determinar que agregado y que tamaño de este, cumple con las características necesarias para elaborar un concreto permeable para pavimento y ser utilizado como sistema de drenaje.
- Determinar que tamaño de agregado es el más adecuado para la elaboración de concreto permeable, de acuerdo con su caracterización y cantera de procedencia.
- Evaluar las propiedades hidráulicas de las probetas de concreto permeable.
- Determinar el tamaño de agregado y cantera que cuenta con propiedades de drenaje y resistencia a la compresión óptimos, para ser utilizado como pavimento.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Existe influencia significativa entre EL TAMAÑO DEL AGREGADO DE LA CANTERA DE HUANCHACO Y DEL MILAGRO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE PARA DRENAJE, TRUJILLO 2020", realizando ensayos y mezclas en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte. De acuerdo a la investigación, se propuso elaborar especímenes de concreto permeable con diferentes tamaños de agregado, utilizando agregados de distintas canteras, en el Laboratorio de Concreto de la Universidad Privada del Norte – sede San Isidro en la ciudad de Trujillo, departamento de La Libertad.

Tabla N°01: Hipótesis General.

**HIPÓTESIS
GENERAL**

COMPONENTES METODOLÓGICOS

**COMPONENTES
REFERENCIALES**

La elaboración de concreto permeable con diferentes tamaños de agregado, con procedencia de diferentes canteras, mejorara su propiedad para drenaje, teniendo un coeficiente de permeabilidad superior a 0.20 cm/s, realizando los ensayos y mezclas en el laboratorio de la Universidad Privada del Norte.	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
	Propiedades del concreto permeable para drenaje.	Concreto Permeable.	Mejora	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte	Año 2020
Tamaño de Agregado					

Fuente: Elaboración propia.

1.4.2. Hipótesis específicas

Tabla N° 02: Hipótesis Especifica N° 01.

Hipótesis Específica 01	Componentes Metodológicos			Componentes Referenciales	
	Variables	Unidad de Análisis	Conectores Lógicos	El espacio	El tiempo
La utilización de agregado de 3/4 de pulgada, en el concreto permeable, es factible y mejora las condiciones ambientales. Influye en sus propiedades de drenaje, mejora la calidad de filtración y permeabilidad, reduce la contaminación y problemas urbanos y aumenta el desarrollo sostenible.	1. Tamaño de agregado.	Concreto Permeable	Mejora	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte.	2020
	2. Propiedades del concreto permeable para drenaje.				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 03: Hipótesis Especifica N° 02.

Hipótesis Específica 02	Componentes Metodológicos			Componentes Referenciales	
	Variables	Unidad de Análisis	Conectores Lógicos	El espacio	El tiempo
<p>La utilización de agregado de 1/2 pulgada, en el concreto permeable, es factible y mejora las condiciones ambientales</p> <p>Influye en sus propiedades de drenaje, mejora la calidad de filtración y permeabilidad, reduce la contaminación y problemas urbanos y aumenta el desarrollo sostenible.</p>	1. Tamaño de agregado.	Concreto Permeable	Mejora	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte.	2020
	2. Propiedades del concreto permeable para drenaje.				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 04: Hipótesis Específica N° 03.

Hipótesis Específica 03	Componentes Metodológicos			Componentes Referenciales	
	Variables	Unidad de Análisis	Conectores Lógicos	El espacio	El tiempo
<p>La utilización de agregado de ¾ de pulgada, en el concreto permeable, es factible y mejora las condiciones ambientales.</p> <p>Influye en sus propiedades de drenaje, mejora la calidad de filtración y permeabilidad, reduce la contaminación y problemas urbanos y aumenta el desarrollo sostenible.</p>	1. Tamaño de agregado.	Concreto Permeable	Mejora	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte.	2020
	2. Propiedades del concreto permeable para drenaje.				

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

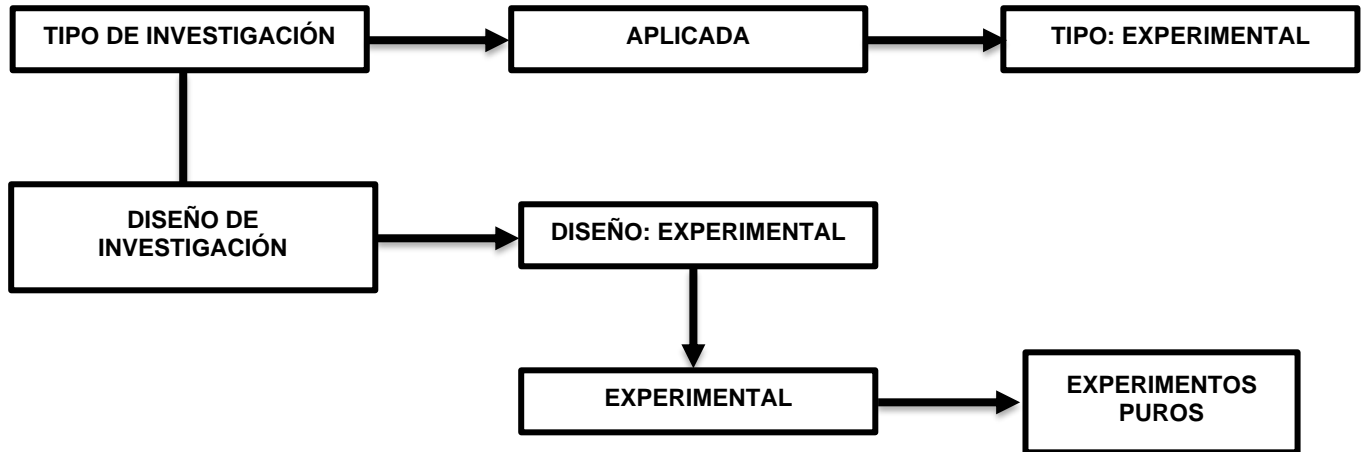
2.1. Tipo de investigación

En el presente trabajo de investigación de acuerdo al fin que persigue se considera una investigación aplicada, ya que se busca la solución de un determinado problema y a la vez utilizar los conocimientos adquiridos en la práctica de la Ingeniería Civil, de esta manera según su diseño es considerada como una investigación experimental, ya que se busca comprobar o refutar la hipótesis general y las específicas y se tiene dos tipos de variables una dependiente que son las propiedades del concreto para drenaje y la variable independiente, que en este caso vendría hacer el tamaño de agregado a utilizar, siendo esta última la variable que se va a manipular, esperando así que el concreto para pavimentos permeables tenga mejorías como sistema de drenaje evitando la colmatación del agua.

1.1.1. Diseño de investigación

El presente proyecto es una investigación cuantitativa, ya que se recogerán y analizarán datos numéricos sobre las variables, del mismo modo es de tipo experimental, ya que se ejerce y se tiene control sobre los dos tipos de variables, una dependiente y una independiente, con esto se espera que el concreto tenga mejoras como sistema de drenaje en pavimentos permeables y así evitar los problemas de inundaciones. Por lo cual la investigación es de diseño experimental y de igual manera también es experimental puro, por lo que se manipula y se tiene el control total de la variable independiente, eligiendo el tamaño de agregado para poder realizar las muestras y las cuales serán evaluadas, el agregado se podrá obtener de diferentes canteras, como también se decidirá las cantidades de materiales (agua, agregado y cemento) para elaborar las muestras y realizar los ensayos y así poder observar y medir los efectos y/o modificaciones que tendrá sobre la variable dependiente, teniendo en cuenta que la medición en muchas veces no será un ciento por ciento exacto puesto a que existe grandes factores que pueden perjudicar, las muestras que se evaluarán, serán elegidas aleatoriamente y al ser asignados de esta manera, con un nivel aceptable de probabilidad no existirán diferencias significativas en las distintas distribuciones y asignaciones resultantes.

Gráfica N°01: Diseño de Investigación.



Fuente: Elaboración propia.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

En la presente investigación la población está constituida por todas las probetas y especímenes de concreto permeable, elaboradas con agregado de diferente tamaño y cantera; las cuales fueron sometidas a una serie de ensayos. Siendo un total de 60 probetas utilizadas en el presente proyecto de investigación.

2.2.2. Muestra

El muestreo de la presente investigación es de tipo probabilístico; todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. La cantidad de especímenes no es grande, debido a esto es mucho más accesible realizar el análisis de cada muestra, por lo que la población será igual a la muestra.

Para poder calcular el tamaño de la muestra de la presente investigación, se tomó la siguiente fórmula:

$$N = \left(\frac{Z^2 \times S^2}{E^2} \right)$$

Donde:

N= Tamaño de la muestra.

Z= Valor en base al nivel de confianza (1.65 corresponde al 90%)

S= Desviación estándar de la variable de estudio.

E= Porcentaje de precisión o error.

Reemplazando:

$$N = \left(\frac{1.65^2 \times 7.8^2}{7.8} \right) = 2.72 = 3.00$$

Tabla N°05: Número de probetas a elaborar por cada ensayo.

Número de probetas elaboradas con cada tamaño de agregado						
Ensayos	Cantera de Huanchaco			Cantera del Milagro		
	3/8"	1/2"	3/4"	3/8"	1/2"	3/4"
Coefficiente de permeabilidad	3	3	3	3	3	3
Velocidad de infiltración	1	1	1	1	1	1
Resistencia a la compresión	7 días de curado	3	3	3	3	3
	28 días de curado	3	3	3	3	3
Total número de probetas					60	

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

2.3.1. Técnicas de recolección de datos:

La presente investigación tendrá como técnica de recolección de datos la observación, puesto que la investigación es de tipo experimental, se realizará la evaluación, se recogerá directamente los datos de la realidad y se tendrá un registro de las características del material y las muestras.

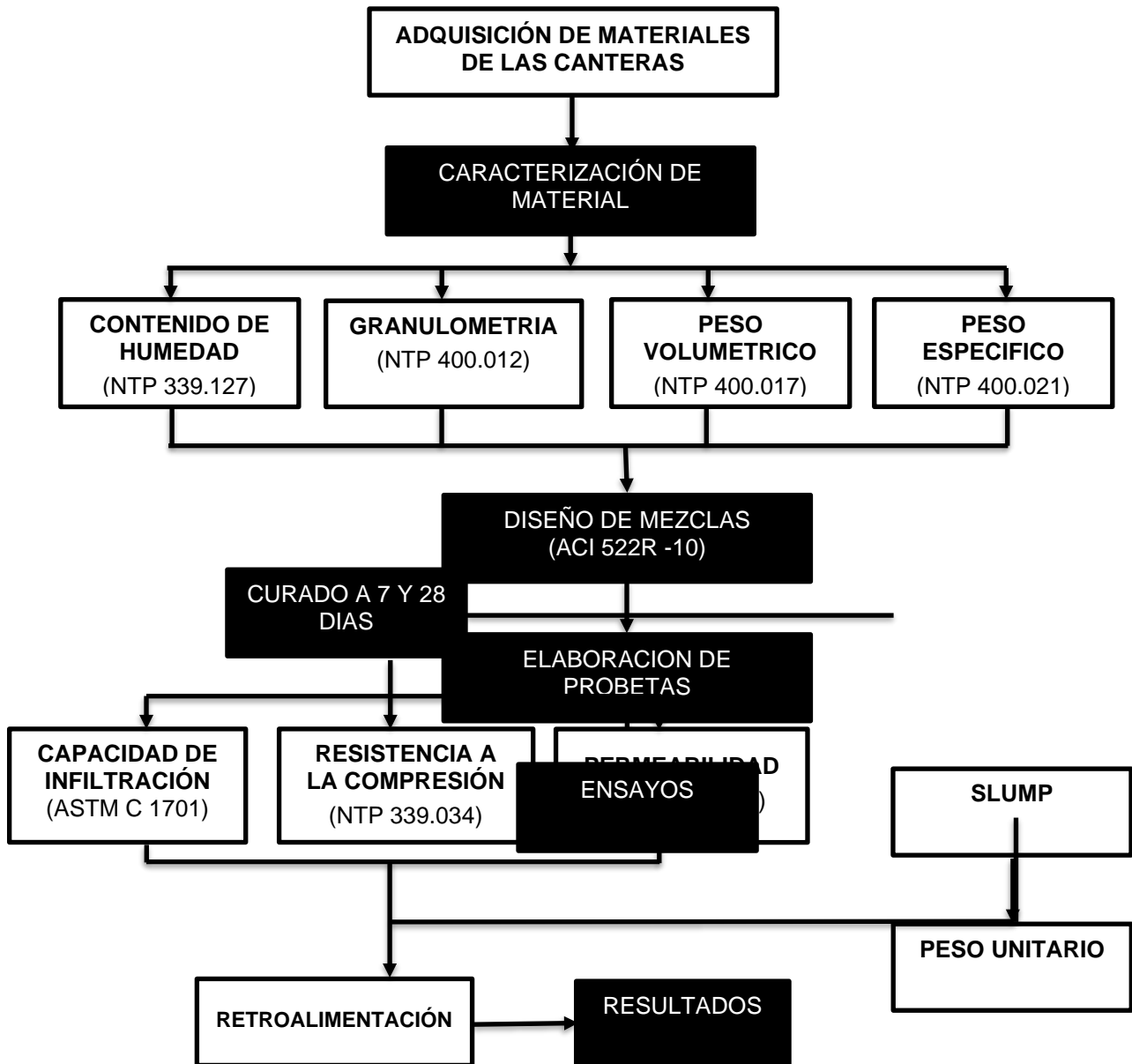
2.3.2. Instrumentos de recolección de datos:

En la presente investigación tendrá como instrumento de recolección de datos la guía de observación, puesto que en el momento que se realizará la caracterización del material y los ensayos respectivos a las muestras elaboradas, se tendrá un registro detallado de sus propiedades, en dicha guía de observación tendrá elementos imprescindibles tales como fecha y título de la caracterización y los ensayos, el nombre del evaluador o persona encargada del laboratorio, etc. Esta guía observación previamente será validada por un experto en el tema o área.

2.3.3. Procedimiento:

2.3.3.1. Secuencia Experimental:

Gráfica N°02: *Secuencia Experimental.*



Fuente: Elaboración propia.

2.3.4. Adquisición de materiales:

Los agregados empleados son procedentes de dos canteras de la ciudad de Trujillo, ubicadas en los Distritos del Milagro y de Huanchaco, que son los sectores más representativos de la ciudad de Trujillo para abastecer las diferentes obras de la ciudad.

Se obtuvieron cantidades representativas de las canteras ya mencionadas, facilitándose su movilización al llenarse costales a media altura, posteriormente se trasladó al laboratorio de la Universidad Privada del Norte, para poder ensayar y evaluar dicho material.

El cemento utilizado para la presente tesis es de tipo MS, marca Pacasmayo, que cumple los estándares de calidad y la vez con la NTP 334.082/ ASTM 1157, se utilizó dicho tipo de cemento por lo que es muy utilizado en cimentaciones, pisos y/o zonas que se encuentren expuestas al agua o sales. Según Mendoza Y (2017) al referirse a la información ecológica del MS señala: Ecotoxicidad: el producto no es considerado como peligroso para el agua. En caso de derrame accidental de grandes cantidades de cemento en el agua se puede producir una débil subida de su pH, que bajo ciertas circunstancias podría representar cierta toxicidad para la vida acuática. Movilidad: el cemento seco no es volátil, pero se puede levantar polvo durante su manipulación. Persistencia y Degradabilidad / Potencial De Bioacumulación: no relevante, ya que el cemento es un material inorgánico. El cemento, una vez fraguado, es un material estable que fija su compuesto y los hace insolubles por lo que no presenta ningún riesgo de toxicidad

Este se obtuvo de una ferretería cercana a la Universidad.

2.3.5. Caracterización de material:

Antes de realizar la caracterización del material se realizó un tamizado y separación del agregado por los tamaños de $3/8"$, $1/2"$ y $3/4"$. Posteriormente se realizó la caracterización del material para determinar sus propiedades.

2.3.5.1. Contenido de Humedad:

Es una de las propiedades que tienen los materiales pétreos y tiene relación con el peso del agua presente en el material y también el peso seco del mismo. Para poder determinar el contenido de humedad del agregado grueso, se utiliza y se sigue el procedimiento descrito en la norma NTP 339.185.

Los datos obtenidos del ensayo de contenido de humedad, se colocaron en la tabla correspondiente (Ver Anexo 1.1, 1.2).

Los materiales que se utilizaron para el presente ensayo son los siguientes:

- Balanza.
- Horno capaz de mantener la temperatura alrededor de la muestra a $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Recipiente para colocar la muestra, con capacidad de resistir el calor del horno.
 - Se utilizó 1500 gr. Aproximadamente de material.

El procedimiento fue el siguiente:

- Se determina el peso de la masa total de la muestra de agregado en estado natural (W).
- Posteriormente colocar en el horno a una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, hasta tener un peso constante (D).
- Luego de 24 horas retirar la muestra del horno y se determinar el peso seco de la muestra.

El ensayo se realizó tres veces por cada tamaño de agregado. El contenido de humedad se calculó con la siguiente formula:

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

Donde:

P= Contenido de humedad de la muestra.

W= Peso de la muestra en estado natural.

D= Peso de la muestra seca.

2.3.5.2. Peso Específico aparente, real y absorción del agregado:

El peso específico aparente y real es el incremento de masa del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas. Para determinar el peso específico aparente y real, se sigue el procedimiento descritos en las normas ASTM C 127 y C128.

El porcentaje de absorción es la cantidad de agua que puede absorber el agregado después de ser sumergido por un tiempo de 24 horas. Para este ensayo se sigue el procedimiento descrito en la NTP 400.021.

Los datos obtenidos fueron colocados en una tabla de elaboración propia (Ver Anexo 1.7, 1.8).

Los equipos y materiales utilizados son:

- Balanza con capacidad de 30 kh.
- Horno de 50L temperatura $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Canastilla metálica (cesta de alambre).
- Cuerda metálica o nylon resistente.
- Depósitos para colocar las muestras.
- 1.7 kg de agregados grueso, tamaño máximo nominal 1° o $\frac{1}{2}^{\circ}$.

El procedimiento fue el siguiente:

- Lavar los 1.7 kg de agregado.
- Sumergir el agregado en agua hasta obtener el peso constante por un periodo de 24 horas.
- Seguidamente sacar la muestra del agua, extender y secar superficialmente con un paño, hasta llegar a desaparecer la película de agua visible: luego se procede a pesar (B).

- Después de pesar, se coloca el material en una cesta de alambre y pesar dentro del agua a una temperatura de 20° C. Para esto se debe tener cuidado de no tocar ningún elemento de la cesta, para poder obtener una medición exacta (C).
- Finalmente, después de realizar los pasos anteriores, se coloca la muestra al horno, luego se retira y se deja enfriar a una temperatura ambiente y se procede a pesar (A).

Para obtener los resultados se aplicaron las siguientes fórmulas.

- PESO ESPECIFICO:

- ✓ PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P_{em}):

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

Donde:

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

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

C= Peso en el agua de la muestra saturada.

- ✓ PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (P_{eSSS}):

$$P_{eSSS} = \frac{B}{(B-C)} * 100$$

- ✓ PESO ESPECIFICO APARENTE (P_{ea}):

$$P_{ea} = \frac{A}{(A-C)} * 100$$

- ABSORCIÓN (Ab):

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

2.3.5.3. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso y relación de vacíos:

El peso unitario es la relación de la masa del agregado que llega a ocupar un volumen patrón unitario y su magnitud, también incluye el volumen de vacíos de los agregados que ocupa en el volumen unitario patrón.

Los equipo y materiales utilizados son:

- Balaza con capacidad de 80 kg.f.
- Horno de 50L. temperatura $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Recipiente metálico estándar.
- Varilla compactadora de 5/8" de diámetro y aprox. 60 cm de longitud.
- Termómetro ambiental.
- Pipeta.
- Cronómetro.
- Aproximadamente 30 kg. De agregado.

Antes de realizar con el procedimiento se realizó la calibración de la medida siguiendo los siguientes pasos:

- Pesar el molde vacío.
- En este ensayo se determina el volumen interno del recipiente en metros cúbicos, para eso se llena con agua a temperatura ambiente y se determina el peso del agua en el recipiente.
- Se mide la temperatura del agua y se determina su densidad, para ello se utiliza una tabla (Ver anexo).
- Con ello se determina el volumen del recipiente, dividiendo el peso del agua requerida para llenarlo, entre su densidad, luego se calcula el factor del recipiente ($1/V$), dividiendo la densidad del agua entre el peso requerido para llenar el recipiente.

Luego de realizar la calibración de medida, se siguió con el procedimiento:

PESO UNITARIO COMPACTADO (puc)

- Llenar la tercera parte del recipiente con el material, seguidamente se apisona la capa con la varilla compactadora, mediante 25 golpes que son distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se realiza el mismo procedimiento hasta llenar los 2/3 y los 3/3, hasta que el recipiente este completamente lleno y el material se encuentre a ras del borde del recipiente.
- Luego de apisonar con la varilla, con el martillo de goma, se da 150 golpe en la parte exterior del recipiente, para que así también el material se pueda acomodar y evitar que haya muchos vacíos.
- En la primera capa, al momento de compactar se procura que la varilla o barra no golpee el fondo del recipiente, y al compactar las dos siguientes capas se procura que la varilla compactadora no penetre las capas de agregado anteriormente colocadas.

PESO UNITARIO SUELTO:

- Llenar el recipiente con una pala o cucharón hasta que llegue a rebosar, seguidamente enrasar y eliminar el material sobrante con la varilla compactadora.
- Luego se determina el peso del recipiente con su contenido.

Todos los datos obtenidos de este ensayo son colocados en una tabla de elaboración propia (Ver Anexo 1.3 a 1.6).

Para los cálculos y datos obtenidos se utilizó las siguientes fórmulas:

- PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTO:

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

Donde:

M= Peso unitario del agregado en kg/m³.

G= Peso del recipiente más el agregado en kg.

T= Peso del recipiente en kg.

V= Volumen del recipiente en metro cúbicos.

F= Factor de medida en m⁻³.

- CONTENIDO DE VACIOS: Para el cálculo de los vacíos en los agregados se realizó de la siguiente manera, empleando el peso unitario obtenido mediante apisonado, vibrado o simplemente llenado a palanas.

$$\% \text{ Vacios} = \frac{(A * W) - B}{A * W}$$

Donde:

A= Peso específico aparente, según ASTM C 128.

G= Peso unitario de los agregados, determinados por ASTM C 29.

W= Peso unitario del agua, 1000 kg/m³.

2.3.5.4. Análisis granulométrico:

Mediante este ensayo se conoce la distribución de los diámetros del agregado y el módulo de finura, este ensayo se realiza cumpliendo los parámetros establecidos en las normas ASTM C 136, MTC E 204 y NTP 400.012.

Los materiales y equipos utilizados son los siguientes:

- Balanza, capacidad de 80 kg.
- Horno de 50L. Temperatura 100 ±5°C.
- Juego de tamices estándar.
- Termómetro ambiental.
- Aproximadamente 3000 gramos de agregado grueso.

El procedimiento para el ensayo fue el siguiente:

- Secar al aire una muestra representativa de material y luego pesar aproximadamente 3000 gr.
- Colocar las mallas estándar de diámetro a utilizar en forma decreciente (mayor a menor) (3", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", N° 4, y N° 8), desde la tapa hasta el fondo.
- Si es necesario el ensayo se realiza por partes para poder evitar la sobrecarga y exceso de material en los tamices.
- Pesar el contenido de cada malla. La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz. Si la

cantidad difiere en más de 0,3 %, sobre la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

- Posteriormente se dibuja la curva granulométrica, escogiendo adecuadamente el Huso Granulométrico.

2.3.5.5. Diseño de mezclas:

El diseño de mezcla, se realizó bajo los estándares y recomendaciones de ACI 522R-

10. Siguiendo el siguiente proceso:

- Se determina el peso del agregado.
- Se ajusta el peso en estado saturado superficialmente seco (SSS); antes teniendo como dato el porcentaje de absorción del agregado.
- Determina el volumen de pasta, asumiendo el porcentaje de pasta requerido.
- Luego se determina el contenido de cemento; para esto se define datos de relación a/c a utilizar.
- Posteriormente se determina el contenido de agua, en seguida el volumen del sólido.
- Se determina el porcentaje de vacíos y finalmente se determina los pesos requeridos para la elaboración de las probetas.

Se obtuvo la cantidad de materiales a utilizar por cada tamaño de agregado y tipo de cantera. (Ver Tablas N° 16 a N° 21).

2.3.6. Elaboración de probetas:

Teniendo en cuenta el diseño de mezclas, se procede a la mezcla de los materiales y se realiza la elaboración de las probetas cilíndricas y rectangulares para poder ensayarlas.

2.3.7. Curado de probetas:

Se cubre la superficie de las probetas o muestras con un plástico de color claro; ya que el concreto permeable tiende a perder su humedad rápidamente. Siendo el espesor mínimo del plástico de 0.15 mm.

También una vez desmoldado las probetas se colocan en la poza de curación por un tiempo determinado de 7 y 28 días.

2.3.8. Ensayos:

2.3.8.1. Asentamiento:

Este ensayo permite monitorear la consistencia del concreto no endurecido, generalmente el asentamiento crece en proporción al contenido de agua de una mezcla, por lo cual también se encuentra inversamente proporcional a la resistencia del concreto, pero tal relación no es evidencia en forma clara ni consistente.

Materiales e instrumentos a utilizar:

- Molde, con forma de la superficie lateral del tronco de un cono.
- Varilla compactadora.
- Dispositivo para medir (regla, cinta o wincha).
- Pala.

El procedimiento para realizar el ensayo fue el siguiente:

- Humedecer los moldes y ubicar sobre una superficie rígida y plana, sobre todo que no sea absorbente.
- Mantener el molde firmemente en su lugar durante el llenado.
- Llenar el molde en tres capas, cada una aproximadamente de un tercio de volumen del molde. Se coloca el concreto en el molde utilizando la pala.
- Con la pala mueva alrededor del perímetro de la abertura del molde para poder tener una distribución uniforme.
- Compactar con la varilla 25 veces uniformemente sobre la sección transversal con el extremo redondeado de la varilla.
- La capa inferior se compacta atravesando toda su profundidad, para que las capas subsiguientes, se deja que la varilla pueda penetrar a través de la capa que se está compactando por varillado y se introduzca en la capa anterior, aproximadamente 25 mm.

- Para la última capa, llenar y rebalsar el molde, si se produce un hundimiento del concreto al compactar por debajo de la parte superior del molde, agregar una cantidad de concreto de modo de mantener un exceso de concreto por encima del borde superior del molde.
- Luego de compactar la última capa, se enrasa la superficie del concreto por medio de un movimiento de reglado de la varilla compactadora. Continuar sosteniendo el molde firmemente hacia abajo y eliminar el concreto que rodea la base del molde para impedir que interfiera con el movimiento del concreto que se llegue a asentar.
- Retirar el molde del concreto, levantándolo cuidadosamente en dirección vertical, evitando movimientos laterales o de torsión.
- Inmediatamente medir el asentamiento determinando la diferencia vertical entre el borde superior del molde y la posición desplazada del centro original de la superficie superior del espécimen,

Los datos y resultados obtenidos son registrados. (Ver Tablas N° 22 y N°23).

2.3.8.2. Peso unitario:

Se define como la densidad del concreto en estado fresco, permite obtener el rendimiento, el cual está definido como el volumen de concreto a partir de una mezcla de materiales.

Materiales e instrumentos a utilizar:

- Balanza, capacidad 80 kg.
- Molde o recipiente para concreto.
- Pala.
- Varilla compactadora.
- Martillo de goma.
- Termómetro eléctrico.

El procedimiento para realizar el ensayo es el siguiente:

- Al tener la mezcla de concreto, se toma una muestra.
- Se determina el peso y el volumen del molde, llenando de agua hasta el borde de éste.

- Se realiza el peso unitario suelto, llenando el concreto en el molde en tres capas, se enrasa y se elimina el material sobrante con la varilla compactadora, luego se procede a pesar.
- Para el peso unitario compactado, se procede a llenar el molde en tres capas, seguidamente después de llenar la primera capa, se empieza a compactar con la varilla dando 25 golpes, a la vez con el martillo de goma se golpea el exterior del molde, este procedimiento se realizará lo mismo por cada capa, una vez terminada la última capa se enrasa y se elimina el material sobrante.

Los datos y resultados obtenidos son registrados. (Ver Tablas N°24 y N°25).

2.3.8.3. Resistencia a la compresión:

Es la capacidad de una probeta cilíndrica de concreto de soportar una carga por una unidad de área, luego de haber sido curadas por un determinado tiempo.

Los materiales y equipos requeridos son los siguientes:

- Probetas cilíndricas de concreto.
- Vernier para poder medir y obtener las medidas de las probetas.
- Máquina de compresión hidráulica.

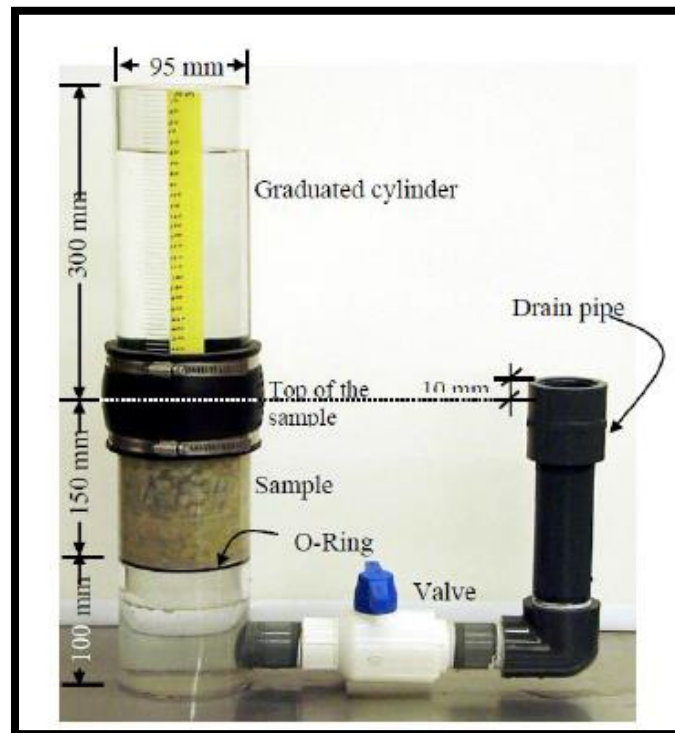
El procedimiento fue el siguiente:

- Se retira las probetas de la poza de curado y se deja reposar las probetas a ensayar por un tiempo aproximado de 24 horas.
- Al encontrarse secos las probetas se procede a colocar en la máquina de compresión hidráulica.
- Se toman los datos de la carga a la que se encuentra expuestas las probetas de medidas 4" x 8". (Ver Anexos 1.11 a 1.14).
- Se culmina el ensayo al observar alguna ruptura en la probeta y la máquina de compresión hidráulica ya no siga incrementando su carga.

2.3.8.4. Permeabilidad:

Se define como una de las propiedades más importantes del concreto y su capacidad que tiene para filtrar agua a través de la matriz. Para este ensayo se construyó un permeámetro tomando como base la recomendación dada en el ACI 522R-10.

Imagen N°01: Permeámetro recomendado por el ACI 522-10.



Fuente: ACI 522-10

MONTAJE DEL PERMEATRO

Para la construcción y montaje del permeámetro se utilizaron los siguientes herramientas y materiales:

- Tubo de PVC de 4 pulgadas de diámetro.
- 1 Válvula de PVC tipo globo.
- Tubo de PVC de 1 pulgada.
- Abrazaderas.
- Uniones sanitarias.
- Tee de PVC de 4 pulgadas.
- Pegamento para PVC.
- Tapón de PVC de 4 pulgadas.

- Reducción de 2" a 1".
- Curva de PVC de una pulgada.

Para el montaje del permeámetro se realizaron los siguientes pasos.

- Se cortó el tubo de PVC de 4 pulgadas a una medida de 33 cm aproximadamente (1).
- Se acoplo al tapón y la tee de PVC de 4 pulgadas (2) y (3).
- Se unió la reducción a la tee de PVC (4).
- Posteriormente se colocó la válvula globo de 1" pulgada unida a la reducción (5).
- Luego se cortó el tubo de 1" de diámetro de PVC a una altura de 20 cm aproximadamente y se unió con la curva de PVC, que a la vez también es unida a un tubo de 1" de 15 cm aproximadamente y está se une a la válvula globo (6).

Imagen N°02: Montaje del permeámetro.



Fuente: Elaboración propia.

Imagen N°03: Permeámetro construido, tomado como referencia ACI-522 R.



Fuente: Elaboración propia

Procedimiento para realizar el ensayo.

- Se ajusta la muestra dentro del permeámetro
- Con la válvula globo cerrada se vierte agua dentro de la muestra hasta una medida de 20 a 30 cm, medida que se colocó en el tubo, luego se abre la válvula para dejar descargar un poco de agua, esto se realiza con el fin de eliminar cualquier bolsa de aire que se haya formado dentro del permeámetro.
- Se cierra la válvula y de nuevo se vierte agua hasta llegar a una altura de 30 cm del tubo.
- A partir de esa altura se inicia a medir los tiempos, hasta que el agua termine de salir por el otro punto, que tiene como nivel de referencia la altura de la muestra más 1 cm.
- Se registran los tiempos de acuerdo de a cada tamaño y tipo de agregado, esto se repite 3 veces por cada muestra.

- Los datos registrados en el ensayo se encuentran en los anexos. (Ver Anexo 1.15 y 1.16).

La fórmula para calcular el coeficiente de permeabilidad es la siguiente:

$$k = \frac{a}{t} \text{ donde } a = 2.303 * \left(\frac{A_E}{A_M}\right) * L * \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

Donde:

k= Coeficiente de permeabilidad.

L=Longitud de la muestra.

A= Área de la muestra.

a= Área de la tubería de carga

t= Tiempo que demora en pasar el agua.

h1= Altura del agua medida desde el nivel de referencia.

h2=Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia.

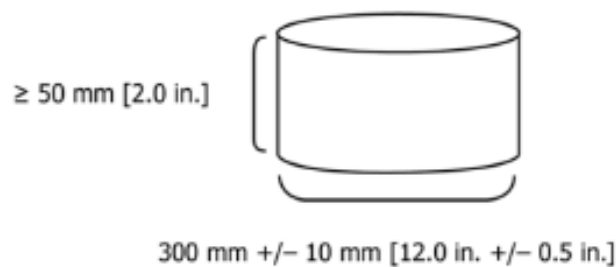
2.3.8.5. Velocidad de infiltración:

Se define como la capacidad y la velocidad máxima que tiene el agua en penetrar un suelo, en este caso un suelo o matriz porosa tiene mayor capacidad de infiltración que un suelo normal o suelo arcilloso y compacto.

Los materiales a utilizar en este ensayo son los siguiente:

- Anillo metálico de aproximadamente 30 cm de diámetro y 5 cm de espesor.

Imagen N°04: Dimensiones de anillo de infiltración.



Fuente: ASTM 1701.

El procedimiento para el ensayo fue el siguiente:

- Colocar el anillo en la zona de prueba.
- Sellar el área de contacto entre el anillo y la superficie.
- Seguidamente se vierte un volumen conocido de agua en el anillo y se registra el tiempo.
- Para obtener los resultados, se aplica la siguiente fórmula:

$$I = \frac{kP}{D^2 x t}$$

Donde:

I= Velocidad de infiltración.

K= Constante (k=4583666000).

P= Peso del agua infiltrada.

D= Diámetro del anillo.

t= Tiempo de infiltración del agua.

2.4. Técnicas e instrumentos de análisis de datos:

2.4.1. Método de análisis de datos:

La presente investigación, se encuentra definida como tipo experimental, ya que tiene dos tipos de variables una independiente y otra variable independiente, buscando corroborar las hipótesis planteadas, esperando que el tamaño y tipo de agregado produzca mejoras en las propiedades de drenaje del pavimento permeable por lo tanto, el método de análisis de datos es de tipo inferencia estadística que permitirá inducir a partir de la información proporcionada por la muestra que en este caso es igual a la población, cuál es su comportamiento.

2.4.2. Instrumentos de análisis de datos:

La presente investigación por ser un diseño experimental puro, la prueba de normalidad que se va a utilizar es la prueba de normalidad SHAPIRO WALK y por lo que también la prueba

paramétrica que se utilizara es análisis de la Variación (ANOVA), utilizada para probar la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales; los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores, se utilizara esta prueba ya que se aplica elegir aleatoriamente las muestras, también para poder así contrastar las hipótesis planteadas y a partir de la variable independiente tratar de explicar la variable dependiente.

El software a utilizar para el análisis de datos es el SPSS, es un programa estadístico para el análisis de datos, que permiten el cálculo de la prueba de hipótesis y la prueba de normalidad, análisis de varianza, entre otros.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de todos los ensayos realizados en el presente proyecto, desde la caracterización y evaluación de los agregados, ensayos de las probetas de concreto y el análisis estadístico de datos obtenidos.

3.1. Caracterización del agregado:

3.1.1. Contenido de humedad natural del agregado grueso: (NTP 339.185) (ASTM C 70).

Tabla N°06: Contenido de humedad del agregado de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera del Milagro.

Descripción	Tamaño de Agregado		
	3/8"	1/2"	3/4"
Peso Natural de la Muestra (gr)	1008.00	2048.00	2050.00
Peso Seco de la Muestra (gr)	1002.00	2038.00	2037.00
Contenido de Agua (gr)	6.00	10.00	13.00
Contenido de Humedad (%)	0.60	0.49	0.63

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°07: Contenido de humedad del agregado de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera de Huanchaco.

Descripción	Tamaño de Agregado		
	3/8"	1/2"	3/4"
Peso Natural de la Muestra (gr)	1102.00	2234.00	2482.00
Peso Seco de la Muestra (gr)	1084.00	2202.00	2444.00
Contenido de Agua (gr)	18.00	32.00	38.00
Contenido de Humedad (%)	1.63	1.43	1.53

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2. Peso específico y absorción: (NTP 400.021).

Tabla N°08: *Peso Específico aparente, real y absorción del agregado grueso de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera del Milagro.*

Descripción	Tamaño de Agregado		
	3/8"	1/2"	3/4"
Peso de Muestra (gr)	1706.50	1702.50	1705.00
Peso Saturado (gr)	1757.00	1730.00	1770.00
Peso Superficialmente seco (gr)	1717.00	1706.00	1724.00
Peso Sumergido (gr)	1090.00	937.50	1052.00
Peso Seco (gr)	1686.00	1689.00	1681.00
Peso Específico de Masa (gr/cm³)	2.69	2.20	2.50
Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca (gr/cm³)	2.74	2.22	2.57
Peso Específico aparente (gr/cm³)	2.84	2.25	2.67
Porcentaje de Absorción (%)	1.84	1.01	2.56

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°09: *Peso Específico aparente, real y absorción del agregado grueso de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera de Huanchaco.*

Descripción	Tamaño de Agregado		
	3/8"	1/2"	3/4"
Peso de Muestra (gr)	1708.00	1707.00	1715.00
Peso Saturado (gr)	1729.50	1757.00	1782.00
Peso Superficialmente seco (gr)	1692.00	1728.00	1716.00
Peso Sumergido (gr)	1053.00	1063.50	1058.00
Peso Seco (gr)	1642.00	1670.50	1635.00
Peso Específico de Masa (gr/cm³)	2.57	2.51	2.48
Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca (gr/cm³)	2.65	2.60	2.61
Peso Específico aparente (gr/cm³)	2.79	2.75	2.83
Porcentaje de Absorción (%)	3.10	3.40	4.50

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.3. Peso Unitario Suelto y Porcentaje de vacíos:

Tabla N°10: Peso Unitario Suelto y Porcentaje de Vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4"
de la cantera del Milagro.

Descripción	Tamaño	3/8"			1/2"			3/4"		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso del Recipiente (kg)		5.52			5.52			5.52		
Peso del Material + Recipiente (kg)		24.99	25.08	25.10	25.54	25.56	25.60	25.65	25.55	25.71
Peso del Material (kg)		19.47	19.56	19.58	20.02	20.04	20.08	20.13	20.03	20.19
Peso del Recipiente + Agua (kg)		18.65			18.65			18.65		
Factor de Calibración F		70.81			70.81			70.81		
Peso Unitario Suelto (gr/m3)		1,380	1,380	1,390	1,420	1,410	1,420	1,430	1,410	1,430
Peso Unitario Suelto Seco Promedio (kg/m3)		1,380			1,420			1,430		
Porcentaje de Vacíos (%)		44.67			47.23			32.25		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°11: Peso Unitario Suelto y Porcentaje de Vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4"
de la cantera de Huanchaco.

Descripción	Tamaño	3/8"			1/2"			3/4"		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso del Recipiente (kg)		5.52			5.52			5.52		
Peso del Material + Recipiente (kg)		25.13	25.09	25.02	25.70	25.81	25.75	25.36	25.79	25.16
Peso del Material (kg)		19.61	19.57	19.50	20.18	20.29	20.23	19.84	20.27	19.64
Peso del Recipiente + Agua (kg)		18.65			18.65			18.65		
Factor de Calibración F		70.81			70.81			70.81		
Peso Unitario Suelto (gr/m3)		1,390	1,380	1,380	1,430	1,440	1,430	1,410	1,430	1,390
Peso Unitario Suelto Seco Promedio (kg/m3)		1,380			1,430			1,410		
Porcentaje de Vacíos (%)		44.16			44.26			43.82		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°12: Peso Unitario Compactado y Porcentaje de Vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4"
de la cantera del Milagro.

Descripción	Tamaño	3/8"			1/2"			3/4"		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso del Recipiente (kg)		5.52			5.52			5.52		
Peso del Material + Recipiente (kg)		27.09	27.13	27.12	27.76	27.80	27.79	27.65	27.77	27.79
Peso del Material (kg)		21.57	21.61	21.60	22.24	22.28	22.27	22.13	22.25	22.27
Peso del Recipiente + Agua (kg)		18.65			18.65			18.65		
Factor de Calibración F		70.81			70.81			70.81		
Peso Unitario Compactado (gr/m3)		1,530	1,530	1,520	1,570	1,580	1,570	1,570	1,580	1,580
Peso Unitario Compactado Seco Promedio (kg/m3)		1,530			1,470			1,580		
Porcentaje de Vacíos (%)		38.85			24.48			41.40		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°13: Peso Unitario compacto y porcentaje de vacíos de 3/8", 1/2", y 3/4" de la cantera de Huanchaco.

Descripción	Tamaño	3/8"			1/2"			3/4"		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso del Recipiente (kg)		5.52			5.52			5.52		
Peso del Material + Recipiente (kg)		27.23	27.17	26.99	27.59	27.75	27.70	27.84	28.17	28.12
Peso del Material (kg)		21.71	21.65	21.47	22.07	22.23	22.18	22.32	22.65	22.60
Peso del Recipiente + Agua (kg)		18.65			18.65			18.65		
Factor de Calibración F		70.81			70.81			70.81		
Peso Unitario Compactado (gr/m3)		1,540	1,530	1,520	1,560	1,570	1,570	1,580	1,600	1,600
Peso Unitario Compactado Seco Promedio (kg/m3)		1,530			1,570			1,590		
Porcentaje de Vacíos (%)		36.46			38.95			39.29		

Fuente: Elaboración Propia.

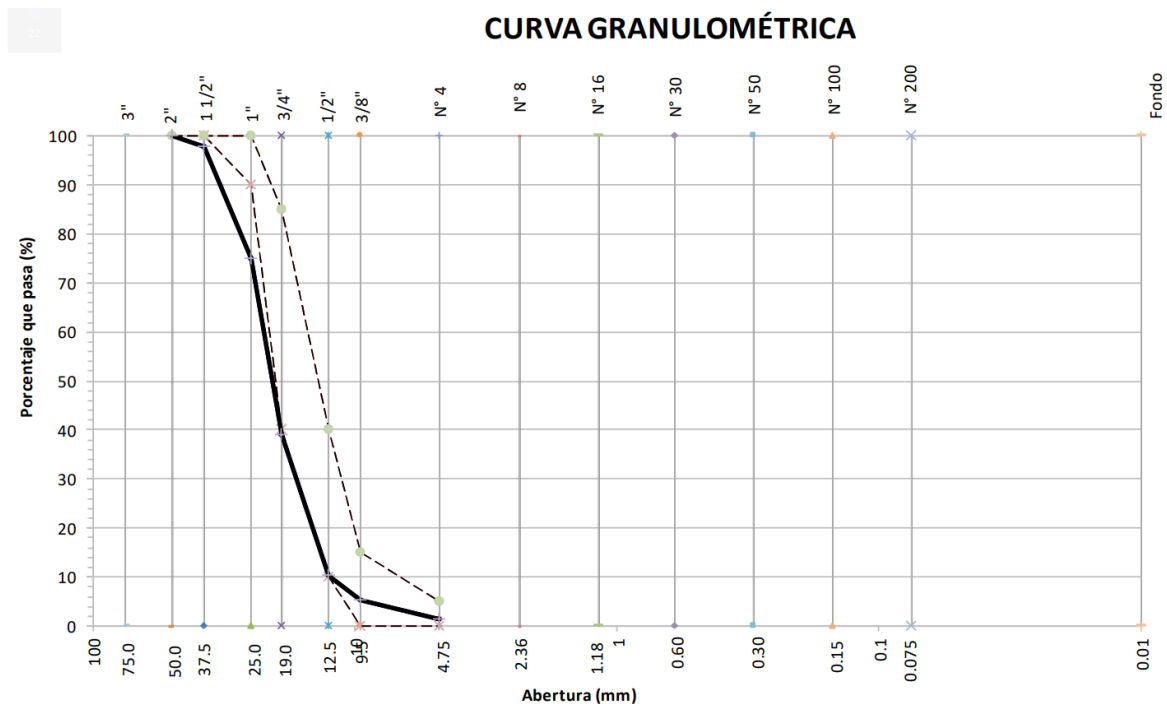
3.1.4. Análisis Granulométrico por tamizado: (ASTM C 136 / NTP 400.012)

Tabla N°14: Análisis Granulométrico de la cantera del Milagro.

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 56 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Minimo	Maximo	
2"	50.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100	Descripción: Piedra zarandeada Procedencia: Cantera del Milagro
1½"	37.50	244	2.2	2.2	97.8	100	100	
1"	25.00	2519	22.8	22.8	77.2	90	100	Masa Inicial (gr): 11050 Masa Final (gr): 11046
¾"	19.00	3981	36.0	58.8	41.2	40	85	
½"	12.50	3176	28.8	87.6	12.4	10	40	Diferencia (Máx 0.3%): 0.04%
⅜"	9.50	552	5.0	92.6	7.4	0	15	
N°4	4.75	433	3.9	96.5	3.5	0	5	Características
N°8	2.36	0	0.0	96.5	3.5			Tamaño Máx. Nominal: 1 – ½"
N°16	1.18	0	0.0	96.5	3.5			Módulo de Finura: 7.50
Fondo	-	141	1.3	97.8	2.2			
		11046	100.0					

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica N°03: Curva Granulométrica de la cantera el Milagro.



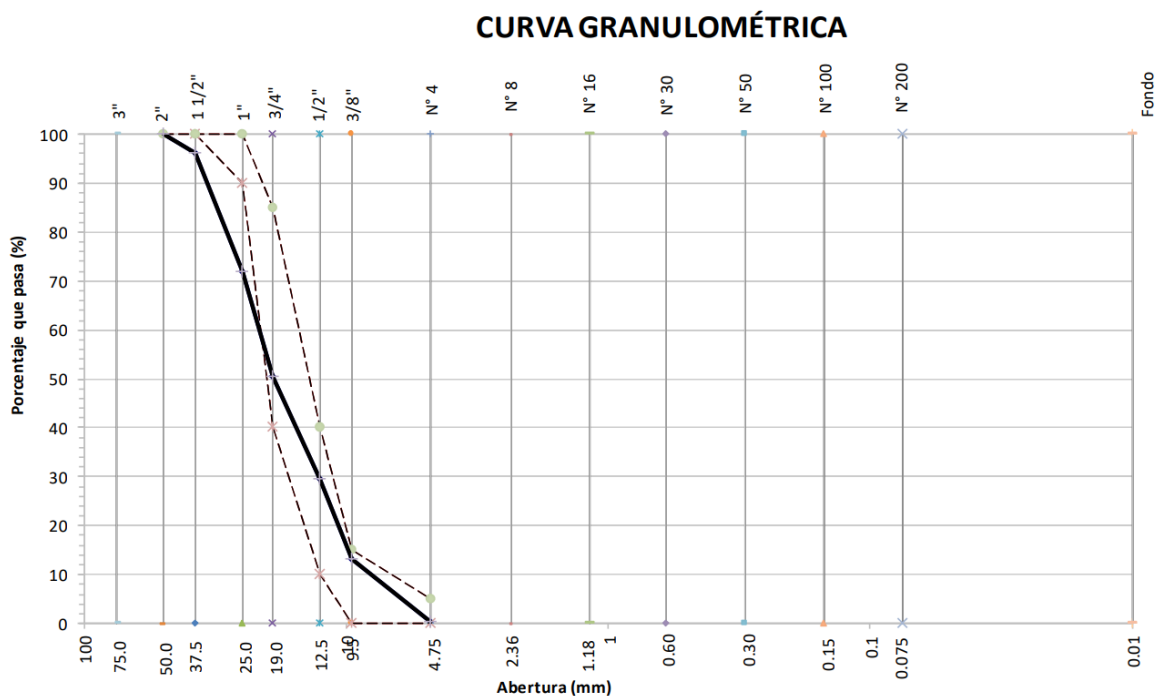
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°15: Análisis Granulométrico de la cantera Huanchaco.

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 56 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
2"	50.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100	Descripción: Piedra zarandeada Procedencia: Cantera de Huanchaco
1½"	37.50	396	3.8	3.8	96.2	100	100	
1"	25.00	2494	24.1	24.1	75.9	90	100	Masa Inicial (gr): 10340 Masa Final (gr): 10335
¾"	19.00	2221	21.5	45.6	54.4	40	85	
½"	12.50	2179	21.1	66.7	33.3	10	40	Diferencia (Máx 0.3%): 0.04%
⅜"	9.50	1680	16.3	83.0	17.0	0	15	
N°4	4.75	1328	12.8	95.8	4.2	0	5	Características Tamaño Máx. Nominal: 1 – ½"
N°8	2.36	0	0.0	95.8	4.2			
N°16	1.18	0	0.0	95.8	4.2			Módulo de Finura: 7.38
Fondo	-	37	0.4	96.2	3.8			
		10335	100.0					

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfica N°04: Curva Granulométrica de la cantera Huanchaco.



Fuente: Elaboración Propia.

3.2. Diseños de mezclas:

El diseño de mezclas fue diseñado para un concreto permeable, siguiendo las recomendaciones de la norma ACI 522 – R, para la cual no se consideró agregado fino. Los resultados se muestran en las siguientes tablas:

Tabla N°16: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/8" de la cantera del Milagro para 1 m³

Cantera:	El Milagro	Tamaño de agregado:		3/8"
Material	Volumen	Porcentaje (%)	Peso por m3	Tanda
Cemento	0.1149	11.49%	340.00	10.20
Agregado	0.6851	68.51%	1876.92	55.62
Agua	0.1700	17.00%	192.85	5.79
Aire Atrapado	0.03	3.00%	-	-
TOTAL	1.00	100.00%	2409.78	71.61

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°17: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 1/2" de la cantera del Milagro para 1 m³

Cantera:	El Milagro	Tamaño de agregado:		1/2"
Material	Volumen	Porcentaje (%)	Peso por m3	Tanda
Cemento	0.1149	11.49%	340	10.20
Agregado	0.6901	69.01%	1526	45.77
Agua	0.1700	17.00%	170	5.10
Aire Atrapado	0.025	2.50%	-	-
TOTAL	1.00	100.00%	2035.74	61.07

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°18: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/4" de la cantera del Milagro para 1 m³

Cantera:	El Milagro	Tamaño de agregado:		3/4"
Material	Volumen	Porcentaje (%)	Peso por m3	Tanda
Cemento	0.0956	9.56%	283	8.49
Agregado	0.7146	71.46%	1798	53.93
Agua	0.1698	16.98%	170	5.09
Aire Atrapado	0.020	2.00%	-	-
TOTAL	1.00	100.00%	2250.53	67.52

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°19: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/8" de la cantera del Huanchaco para 1 m³

Cantera:	Huanchaco	Tamaño de agregado:		3/8"
Material	Volumen	Porcentaje (%)	Peso por m3	Tanda
Cemento	0.1149	11.49%	340	10.37
Agregado	0.6851	68.51%	1789	54.58
Agua	0.1700	17.00%	196	5.97
Aire Atrapado	0.030	3.00%	-	-
TOTAL	1.00	100.00%	2325.38	70.92

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°20: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 1/2" de la cantera de Huanchaco para 1 m³

Cantera:		Huanchaco	Tamaño de agregado:		1/2"
Material	Volumen	Porcentaje (%)	Peso por m³	Tanda	
Cemento	0.1149	11.49%	340	10.37	
Agregado	0.6901	69.01%	1757	53.59	
Agua	0.1700	17.00%	170	5.19	
Aire Atrapado	0.025	2.50%	-	-	
TOTAL	1.00	100.00%	2267.01	69.14	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°21: Diseño de Mezcla de concreto permeable con tamaño de agregado de 3/4" de la cantera de Huanchaco para 1 m³

Cantera:		Huanchaco	Tamaño de agregado:		3/4"
Material	Volumen	Porcentaje (%)	Peso por m³	Tanda	
Cemento	0.1149	11.49%	340	10.37	
Agregado	0.6951	69.51%	1750	53.38	
Agua	0.1700	17.00%	170	5.19	
Aire Atrapado	0.020	2.00%	-	-	
TOTAL	1.00	100.00%	2260.31	68.94	

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Ensayo de asentamiento y peso unitario.

3.3.1. Asentamiento del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco:

Tabla N°22: Asentamiento o Slump del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.

<i>Cantera:</i>	<i>Huanchaco</i>	<i>F'c=</i>	<i>175 kg/cm2</i>
<i>Tamaño de agregado</i>	<i>Muestra</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Slump (plg)</i>
3/8"	MH - 1	25.5	3/4"
1/2"	MH - 2	25.0	1/2"
3/4"	MH - 3	24.0	1 1/4"

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.2. Asentamiento del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro:

Tabla N°23: Asentamiento o Slump del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.

<i>Cantera:</i>	<i>Milagro</i>	<i>F'c=</i>	<i>175 kg/cm2</i>
<i>Tamaño de agregado</i>	<i>Muestra</i>	<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Slump (plg)</i>
3/8"	MM - 1	25.0	3/4"
1/2"	MM - 2	24.5	1/2"
3/4"	MM - 3	26.5	1 1/4"

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.3. Peso Unitario Suelto y Compactado del Concreto Permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco:

Tabla N°24: *Peso Unitario Suelto del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.*

Descripción	Tamaño	3/8"			1/2"			3/4"		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso del recipiente (kg)			5.52			5.52			5.52	
Peso del material + recipiente (kg)		27.13	26.98	27.06	26.28	26.57	26.39	26.05	25.83	26.13
Peso del material (kg)		21.61	21.46	21.55	20.76	21.05	20.87	20.53	20.31	20.61
Peso del recipiente + agua (kg)			18.65			18.65			18.65	
Factor de Calibración F			70.81			70.81			70.81	
Peso Unitario Suelto Seco (kg/m³)		1,530	1,520	1,530	1,470	1,490	1,480	1,450	1,440	1,460
Peso Unitario Suelto Seco Promedio (kg/m³)			1,530			1,480			1,450	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°25: *Peso Unitario Compactado del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco*

Descripción	Tamaño	3/8"			1/2"			3/4"		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso del recipiente (kg)			5.52			5.52			5.52	
Peso del material + recipiente (kg)		30.11	29.96	29.95	28.78	29.45	28.97	28.12	28.28	28.71
Peso del material (kg)		24.58	24.44	24.42	23.27	23.93	23.45	22.60	22.76	23.18
Peso del recipiente + agua (kg)			18.65			18.65			18.65	
Factor de Calibración F			70.81			70.81			70.81	
Peso Unitario Suelto Seco (kg/m³)		1,740	1,730	1,730	1,650	1,690	1,660	1,600	1,610	1,640
Peso Unitario Suelto Seco Promedio (kg/m³)			1,730			1,670			1,620	

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.4. Peso Unitario Suelto y Compactado del Concreto Permeable elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco:

Tabla N°26: Peso Unitario Suelto del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.

Descripción	Tamaño	3/8"			1/2"			3/4"		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso del recipiente (kg)			5.52			5.52			5.52	
Peso del material + recipiente (kg)		27.02	26.95	27.10	26.24	26.43	26.38	25.84	26.04	25.94
Peso del material (kg)		21.49	21.43	21.58	20.72	20.91	20.86	20.32	20.52	20.43
Peso del recipiente + agua (kg)			18.65			18.65			18.65	
Factor de Calibración F			70.81			70.81			70.81	
Peso Unitario Suelto Seco (kg/m ³)		1,520	1,520	1,530	1,470	1,480	1,480	1,440	1,450	1,450
Peso Unitario Suelto Seco Promedio (kg/m ³)			1,520			1,480			1,450	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°27: Peso Unitario Compactado del concreto permeable elaborado con agregado de la cantera del Milagro.

Descripción	Tamaño	3/8"			1/2"			3/4"		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso del recipiente (kg)			5.52			5.52			5.52	
Peso del material + recipiente (kg)		30.20	29.88	30.14	29.15	29.32	29.59	28.03	28.45	28.23
Peso del material (kg)		24.68	24.37	24.62	23.63	23.81	24.07	22.51	22.93	22.72
Peso del recipiente + agua (kg)			18.65			18.65			18.65	
Factor de Calibración F			70.81			70.81			70.81	
Peso Unitario Compactado Seco (kg/m ³)		1,750	1,730	1,740	1,670	1,680	1,700	1,590	1,620	1,610
Peso Unitario Compactado Seco Promedio (kg/m ³)			1,740			1,680			1,610	

Fuente: Elaboración Propia.

3.4. Resistencia a la compresión:

Tabla N°28: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera del Milagro a los 7 días de curado.

Tamaño de agregado	Cod. de Espécimen	Diámetro (cm)	Carga Máxima		Sección (cm ²)	Resistencia a 7 días (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
			(KN)	(Kg)			
3/8"	MG1-3/8	9.36	54.13	5,520.00	68.81	80.22	
	MG2-3/8	9.31	52.34	5,337.00	68.12	78.34	76.38
	MG3-3/8	9.27	46.67	4,759.00	67.44	70.56	
1/2"	MG1-1/2	9.33	41.48	4,320.00	68.32	61.92	
	MG2-1/2	8.90	34.89	3,558.00	62.21	57.19	56.73
	MG3-1/2	9.20	33.28	3,394.00	66.43	51.09	
3/4"	MG1-3/4	9.86	37.81	3,856.00	76.36	50.50	
	MG2-3/4	9.39	37.31	3,805.00	69.30	54.91	50.49
	MG3-3/4	9.03	28.95	2,952.00	64.09	46.06	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°29: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera del Milagro a los 28 días de curado.

Tamaño de agregado	Cod. de Espécimen	Diámetro (cm)	Carga Máxima		Sección (cm ²)	Resistencia a 7 días (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
			(KN)	(KG)			
3/8"	MG1-3/8	9.86	89.56	9,133.00	76.41	119.53	
	MG2-3/8	9.88	78.28	7,982.00	76.61	104.18	107.74
	MG3-3/8	9.79	73.51	7,496.00	75.33	99.51	
1/2"	MG1-1/2	9.85	58.07	5,922.00	76.20	77.72	
	MG2-1/2	9.86	55.31	5,640.00	76.41	73.81	71.35
	MG3-1/2	9.80	46.26	4,717.00	75.43	62.53	
3/4"	MG1-3/4	9.98	57.23	5,836.00	78.28	74.55	
	MG2-3/4	9.89	49.74	5,072.00	76.82	66.02	62.11
	MG3-3/4	9.88	34.41	3,509.00	76.72	45.74	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°30: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera de Huanchaco a los 7 días de curado.

Tamaño de agregado	Cod. de Espécimen	Diámetro (cm)	Carga Máxima		Sección (cm ²)	Resistencia a 7 días (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
			(KN)	(KG)			
3/8"	HCO1-3/8	9.64	56.94	5,806.00	72.99	79.55	
	HCO2-3/8	9.68	53.28	5,433.00	76.59	76.82	74.17
	HCO3-3/8	9.70	50.07	5,106.00	73.85	69.14	
1/2"	HCO1-1/2	9.00	45.20	4,609.00	63.62	72.45	
	HCO2-1/2	9.26	44.06	4,493.00	67.30	66.76	67.31
	HCO3-1/2	8.97	38.84	3,961.00	63.15	62.73	
3/4"	HCO1-3/4	9.33	33.67	3,433.00	68.42	50.18	
	HCO2-3/4	9.03	32.46	3,310.00	64.09	51.65	46.57
	HCO3-3/4	9.10	24.17	2,465.00	65.04	37.90	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°31: Resistencia a la compresión de agregado de la cantera de Huanchaco a los 28 días de curado.

Tamaño de agregado	Cod. de Espécimen	Diámetro (cm)	Carga Máxima		Sección (cm ²)	Resistencia a 7 días (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
			(KN)	(KG)			
3/8"	HCO1-3/8	9.80	87.94	8,967.00	60.82	147.43	
	HCO2-3/8	9.09	76.17	7,767.00	64.94	119.60	120.52
	HCO3-3/8	9.03	59.41	6,058.00	64.09	94.52	
1/2"	HCO1-1/2	9.83	74.09	7,555.00	75.94	99.48	
	HCO2-1/2	9.84	64.50	6,577.00	76.05	86.49	87.45
	HCO3-1/2	9.77	56.15	5,726.00	74.97	76.38	
3/4"	HCO1-3/4	9.85	58.71	5,987.00	76.20	78.57	
	HCO2-3/4	9.91	34.80	3,549.00	77.08	46.57	56.27
	HCO3-3/4	9.57	25.03	2,552.00	57.73	44.21	

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Coeficiente de permeabilidad:

Tabla N°32: Coeficiente de Permeabilidad de agregado de la cantera del Milagro.

Tamaño de agregado	Cod. de Espécimen	Longitud de probeta (cm)	Diámetro (cm)	Área de muestra (cm ²)	Área de tubería de carga (cm ²)	Tiempo (s)	Coeficiente K (cm/s)	K promedio (cm/s)
3/8"	PM1	15.90	9.85	76.20	10.16	31.40	0.23	0.22
	PM2	15.50	9.70	73.90	10.16	30.85	0.23	
	PM3	15.40	9.92	77.29	10.16	31.81	0.21	
1/2"	PM1	16.20	9.95	77.76	10.16	21.94	0.32	0.31
	PM2	16.00	10.03	79.01	10.16	27.44	0.25	
	PM3	15.90	9.76	74.82	10.16	20.98	0.35	
3/4"	PM1	16.10	9.57	71.93	10.16	12.45	0.62	0.61
	PM2	15.95	9.46	70.29	10.16	13.58	0.57	
	PM3	16.07	9.80	75.43	10.16	11.20	0.65	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°33: Coeficiente de Permeabilidad de agregado de la cantera de Huanchaco.

Tamaño de agregado	Cod. de Espécimen	Longitud de probeta (cm)	Diámetro (cm)	Área de muestra (cm ²)	Área de tubería de carga (cm ²)	Tiempo (s)	Coeficiente K (cm/s)	K promedio (cm/s)
3/8"	HCO1	15.65	9.96	77.91	10.16	33.85	0.20	0.20
	HCO2	14.48	10.05	76.20	10.16	32.20	0.19	
	HCO3	15.75	10.01	78.70	10.16	33.75	0.20	
1/2"	HCO1	15.85	9.87	76.51	10.16	23.93	0.30	0.28
	HCO2	15.65	9.75	74.66	10.16	28.95	0.25	
	HCO3	15.5	9.96	77.91	10.16	22.16	0.31	
3/4"	HCO1	16.05	10.02	78.85	10.16	14.62	0.48	0.51
	HCO2	16.10	9.92	77.29	10.16	13.85	0.51	
	HCO3	15.98	9.90	76.98	10.16	12.98	0.55	

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Velocidad de infiltración:

Tabla N°34: Test de infiltración de concreto permeable con agregado de la cantera del Milagro.

Tamaño de agregado	Número de pruebas	Tiempo (s)	Tiempo promedio. (s)	Diámetro de anillo (mm)	Vel. de Infiltración (mm/s)	Vel. de Infiltración. Promedio. (mm/s)
3/8"	1	33.37		250.00	2,197.74	
	2	34.32	34.50	250.00	2,136.91	2,127.74
	3	35.8		250.00	2,048.57	
1/2"	1	28.31		250.00	2,590.56	
	2	27.89	28.58	250.00	2,629.57	2,567.89
	3	29.53		250.00	2,483.53	
3/4"	1	21.86		250.00	3,354.92	
	2	22.57	22.68	250.00	3,249.39	3,236.42
	3	23.62		250.00	3,104.94	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°35: Test de infiltración de concreto permeable con agregado de la cantera de Huanchaco.

Tamaño de agregado	Número de pruebas	Tiempo (s)	Tiempo promedio. (s)	Diámetro de anillo (mm)	Vel. de Infiltración (mm/s)	Vel. de Infiltración. Promedio. (mm/s)
3/8"	1	33.37		250.00	2,197.74	
	2	34.32	34.50	250.00	2,136.91	2,127.74
	3	35.8		250.00	2,048.57	
1/2"	1	28.31		250.00	2,590.56	
	2	27.89	28.58	250.00	2,629.57	2,567.89
	3	29.53		250.00	2,483.53	
3/4"	1	21.86		250.00	3,354.92	
	2	22.57	22.68	250.00	3,249.39	3,236.42
	3	23.62		250.00	3,104.94	

Fuente: Elaboración Propia

3.7. Prueba de normalidad:

3.7.1. Resistencia a la compresión:

Tabla N°36: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 7 días de curado con respecto al tamaño de agregado.

<i>Prueba de Normalidad</i>				
	TAMAÑO DE AGREGADO	Shapiro Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 7 DÍAS	AGREGADO DE 3/8"	0.048	6	0.15
	AGREGADO DE 1/2"	0.991	6	0.991
	AGREGADO DE 3/4"	0.892	6	0.329

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°37: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 7 días de curado con respecto a la cantera de procedencia.

<i>Prueba de Normalidad</i>				
	CANTERAS	Shapiro Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 7 DÍAS	HUANCHACO	0.939	9	0.567
	EL MILAGRO	0.91	9	0.316

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°38: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.

<i>Prueba de Normalidad</i>				
	TAMAÑO DE AGREGADO	Shapiro Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 28 DÍAS	AGREGADO DE 3/8"	0.902	6	0.385
	AGREGADO DE 1/2"	0.963	6	0.846
	AGREGADO DE 3/4"	0.832	6	0.112

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°39: Prueba de Normalidad de Resistencia a la Compresión a 28 días de curado con respecto a la cantera de procedencia.

<i>Prueba de Normalidad</i>				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 28 DÍAS	CANTERAS	Shapiro Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
	HUANCHACO	0.957	9	0.767
	EL MILAGRO	0.957	9	0.765

Fuente: Elaboración Propia

3.7.2. Coeficiente de permeabilidad:

Tabla N°40: Prueba de Normalidad de Coeficiente de Permeabilidad a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.

<i>Prueba de Normalidad</i>				
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	TAMAÑO DE AGREGADO	Shapiro Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
	AGREGADO DE 3/8"	0.876	6	0.252
	AGREGADO DE 1/2"	0.907	6	0.417
	AGREGADO DE 3/4"	0.972	6	0.905

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°41: Prueba de Normalidad de Coeficiente de Permeabilidad a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.

<i>Prueba de Normalidad</i>				
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	CANTERAS	Shapiro Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
	HUANCHACO	0.849	9	0.073
	EL MILAGRO	0.816	9	0.061

Fuente: Elaboración Propia

3.7.3. Velocidad de infiltración:

Tabla N°42: Prueba de Normalidad de la Velocidad de Infiltración a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.

<i>Prueba de Normalidad</i>				
	TAMAÑO DE AGREGADO	Shapiro Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN	AGREGADO DE 3/8"	0.984	6	0.968
	AGREGADO DE 1/2"	0.99	6	0.989
	AGREGADO DE 3/4"	0.978	6	0.942

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°43: Prueba de Normalidad de la Velocidad de Infiltración a 28 días de curado con respecto al tamaño de agregado.

<i>Prueba de Normalidad</i>				
	CANTERAS	Shapiro Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN	HUANCHACO	0.910	9	0.318
	EL MILAGRO	0.897	9	0.233

Fuente: Elaboración Propia.

3.8. Análisis de la varianza:

3.8.1. Resistencia a la compresión:

Tabla N°44: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo de resistencia a la compresión a 7 días con respecto a la cantera de procedencia.

<i>Prueba de Homogeneidad de Varianza</i>					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LOS 7 DIAS	Se basa en la media	,463	5	12	,797
	Se basa en la mediana	,058	5	12	,997
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,058	5	7,568	,997
	Se basa en la media recortada	,415	5	12	,829

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°45: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo de resistencia a la compresión a 7 días con respecto a la cantera de procedencia.

Pruebas de Efectos Inter-Sujetos					
Resistencia a la Compresión a los 7 días de curado					
ORIGEN	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TAMAÑO	2225,842	2	1112,921	36,044	,000
CANTERA	14,979	1	14,979	,485	,499
TAMAÑO * CANTERA	178,387	2	89,193	2,889	,095
ERROR	370,519	12	30,877		
TOTAL	72229,949	18			
TOTAL CORREGIDO	2789,727	17			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°46: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo de resistencia a la compresión a 28 días con respecto a la cantera de procedencia.

Prueba de Homogeneidad de Varianza					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DIAS	Se basa en la media	1,056	5	12	,431
	Se basa en la mediana	,454	5	12	,803
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,454	5	7,311	,799
	Se basa en la media recortada	1,008	5	12	,454

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°47: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo de resistencia a la compresión a 28 días con respecto a la cantera de procedencia.

Pruebas de Efectos Inter-Sujetos					
Resistencia a la Compresión a los 28 días de curado					
ORIGEN	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TAMAÑO	9239,325	2	4619,662	17,390	,000
CANTERA	269,584	1	269,584	1,015	,334
TAMAÑO * CANTERA	411,875	2	205,937	,775	,482
ERROR	3187,758	12	265,647		
TOTAL	140930,963	18			
TOTAL CORREGIDO	13108,542	17			

Fuente: Elaboración Propia

3.8.2. Coeficiente de permeabilidad:

Tabla N°48: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo de permeabilidad del concreto a 28 días de curado.

Prueba de Homogeneidad de Varianza					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	Se basa en la media	2,073	5	12	,140
	Se basa en la mediana	,775	5	12	,586
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,775	5	7,658	,595
	Se basa en la media recortada	1,959	5	12	,158

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°49: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo de permeabilidad del concreto a 28 días de curado.

Pruebas de Efectos Inter-Sujetos					
Resistencia a la Compresión a los 28 días de curado					
ORIGEN	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TAMAÑO	,407	2	,203	182,209	,000
CANTERA	,011	1	,011	9,632	,009
TAMAÑO * CANTERA	,006	2	,003	2,647	,112
ERROR	,013	12	,001		
TOTAL	2,727	18			
TOTAL CORREGIDO	,437	17			

Fuente: Elaboración Propia

3.8.3. Velocidad de Infiltración:

Tabla N°50: Prueba de Homogeneidad de Varianza del ensayo velocidad de infiltración del concreto a 28 días de curado.

Prueba de Homogeneidad de Varianza					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
VELOCIDAD DE INFILTRACION	Se basa en la media	,629	5	12	,681
	Se basa en la mediana	,442	5	12	,811
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,442	5	8,661	,809
	Se basa en la media recortada	,618	5	12	,689

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°51: Análisis de la Varianza – Anova, del ensayo velocidad de infiltración del concreto a 28 días de curado.

Pruebas de Efectos Inter-Sujetos					
Velocidad de Infiltración					
ORIGEN	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TAMAÑO	58396,531	1	58396,531	5,214	,041
CANTERA	4055971,196	2	2027985,598	181,077	,000
TAMAÑO * CANTERA	14838,868	2	7419,434	,662	,533
ERROR	134395,027	12	11199,586		
TOTAL	135578172,655	18			
TOTAL CORREGIDO	4263601,622	17			

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Discusión:

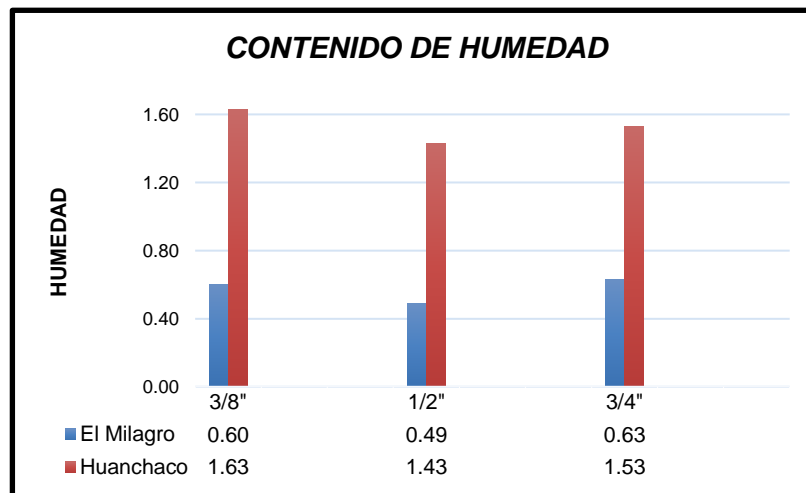
La presente investigación tuvo como finalidad estudiar la influencia del tamaño de agregado de las canteras del Milagro y de Huanchaco, en la elaboración de concreto, en las propiedades de drenaje del pavimento permeable y así determinar cual tiene mejores resultados, para utilizarlo o implementarlo como drenaje sostenible.

4.1.1. Caracterización del agregado:

4.1.1.1. Contenido de Humedad (NTP 339.185):

Los resultados obtenidos de dicho ensayo del agregado de 3/8, 1/2 y 3/4 de pulgada de la cantera el Milagro fueron 0.60 %, 0.49 % y 0.63 % respectivamente, de igual manera para la cantera de Huanchaco se obtuvieron los siguientes resultados, para el agregado de 3/8" su contenido de humedad fue 1.63 %, para 1/2" fue 1.43 % y para 3/4" fue 1.53 %. Lo cual muestra claramente que el agregado de la cantera de Huanchaco contiene un porcentaje de humedad mucho mayor a la cantera del Milagro.

Gráfica N°05: Contenido de Humedad del agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro.



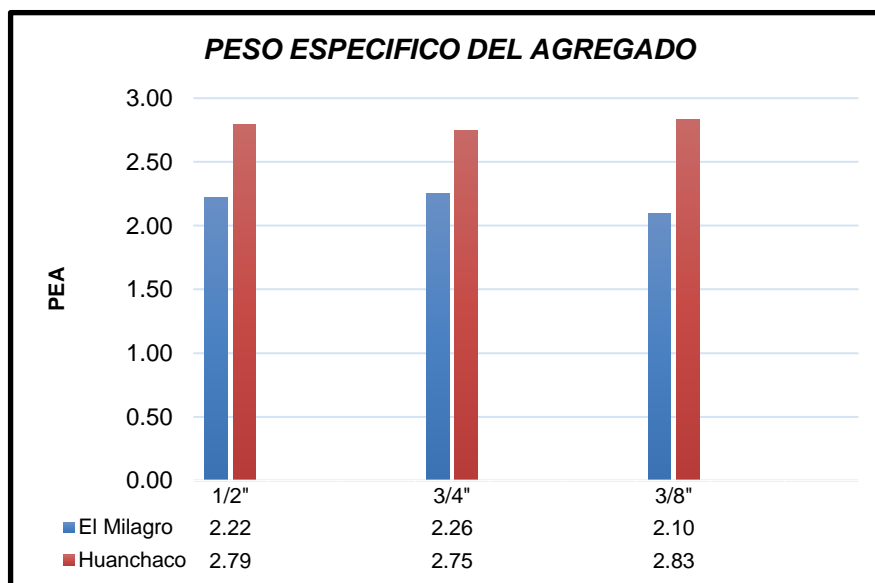
Fuente: Elaboración Propia

Benites Bustamante en su tesis: "Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera de río Jequetepeque y el aditivo Chemaplast", indica que el contenido de humedad del agregado de 3/8" es de 1.55 %, lo cual se observa en la tabla N°07, que el contenido de humedad del mismo tamaño de la cantera Huanchaco, se encuentra prácticamente por el mismo porcentaje de humedad, debiéndose a una posible causa que ambos materiales se encuentran expuestos a condiciones climatológicas que influyen en la retención de porcentaje o una cantidad de agua en sus poros, lo cual se debe tener en cuenta frecuentemente al momento de realizar el diseño de mezclas y posteriormente pueda ser corregida.

4.1.1.2. **Peso Específico aparente y real del agregado grueso (NTP 400.021, ASTM C 127, 128):**

Este ensayo se realizó bajo los parámetros establecidos en las normas ya mencionadas; en la tabla N°08 y N°09, se presentan detalladamente los resultados del ensayo; los agregados de la cantera del Milagro muestran los siguientes datos: El peso específico del agregado de 3/8" es de 2.10 gr/cm³, de 1/2" es de 2.22 gr/cm³ y para 3/4" se tuvo 2.26 gr/m³. De igual manera se realizó el ensayo para el agregado de la cantera Huanchaco, obteniendo los siguientes resultados; 2.79, 2.75, y 2.83 para los agregados de tamaño de 1/2", 3/4" y 3/8" respectivamente.

Gráfica N°06: *Peso Específico del agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro.*



Fuente: Elaboración Propia

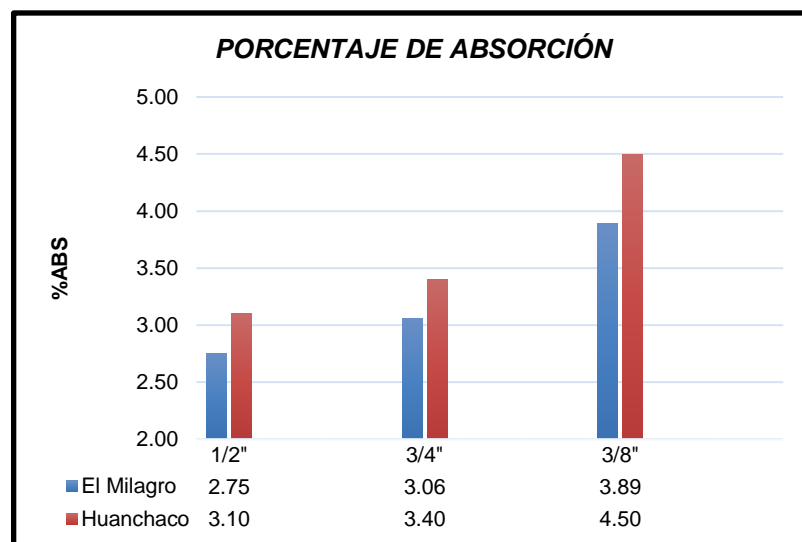
La norma ASTM, indica que los valores para peso específico del agregado deben estar entre 2.40 – 2.80 gr/cm³, por lo cual en la Gráfica N°06 se puede observar que los resultados obtenidos en el ensayo de las canteras del Milagro y de Huanchaco cumplen con lo establecido en la norma, a excepción del agregado de 1/2" de la cantera de Huanchaco que está por encima del límite establecidas por la norma y el cual se tendrá que tomar en cuenta al momento de realizar el diseño de mezclas.

4.1.1.3. Porcentaje de Absorción del agregado (NTP 400.021):

Se realizó bajo los parámetros y procedimientos establecidos en dicha norma, en la tabla N°08 y N°09 se puede observar los resultados y datos obtenidos en dicho ensayo, teniendo como valor para la cantera del Milagro un porcentaje de absorción de 2.75%, 3.06% y 3.89% para el agregado de 1/2", 3/4" y 3/8" respectivamente, así mismo los resultados para la cantera de Huanchaco son los siguientes: 3.10%, 3.40% y 4.50%.

En la Gráfica N°07 también se puede observar que los valores de absorción del agregado de la cantera de Huanchaco son superiores al de la cantera del Milagro, en todos los tamaños de agregados evaluados, por lo que también se observa en la Gráfica N°05 del ensayo de Contenido de Humedad, el agregado de la cantera de Huanchaco presenta valores superiores a la cantera del Milagro, como ya sabemos que todos los agregados son porosos hasta cierto punto y esto posibilita la entrada de agua en los espacios de los poros, entonces entendemos que estos agregados pueden contener o retener un mayor porcentaje de agua tanto en su interior y en el exterior.

Gráfica N°07: Porcentaje de Absorción del agregado de la cantera de Huanchaco y del Milagro.



Fuente: Elaboración Propia

Vigil Sánchez en su tesis: "Diseño, proceso constructivo y evaluación post construcción de un pavimento rígido de concreto permeable", indica que el valor de absorción del agregado grueso debería ser menor que el 3%, en el ensayo realizado para las dos canteras los valores que se obtuvieron son superiores al límite este autor en su trabajo de investigación, para el agregado 3/8", 1/2" y 3/4", respectivamente, por lo cual para el diseño de mezclas se deberá de tener bien en cuenta estos resultados, para tener una buena proporción y un buen ajuste. También indica que la absorción deberá de cumplir con la característica de agregado superficialmente seca (SSS), por lo que con un agregado seco puede resultar una mezcla con una inadecuada trabajabilidad para su colocación y también su compactación.

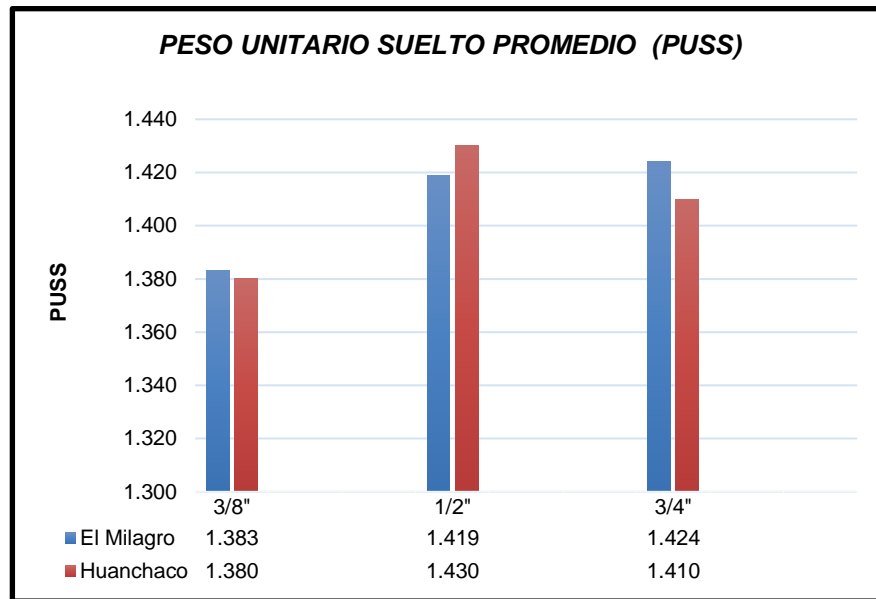
4.1.1.4. Peso unitario suelto y compacto de los agregados (NTP 400.017, ASTM C 29, MTC E 203):

Se realizó el ensayo bajo los parámetros establecidos y normas respectivas. En las tablas N°10, 11, 12 y 13, se muestran los resultados detalladamente, para el ensayo de PUSS de la cantera del Milagro son: 1.383 gr/cm³, 1.419 gr/cm³ y 1.424 gr/cm³; para la cantera de Huanchaco se obtuvo 1.380 gr/cm³, 1.430 gr/cm³ y 1.410 gr/cm³ para los tamaños de agregado de 3/8", 1/2" y 3/4" respectivamente.

Para el ensayo del PUCS se obtuvieron los siguientes datos para la cantera de Huanchaco, 1.530 gr/cm³, 1.570 gr/cm³ y 1.590 gr/cm³ y para la cantera del Milagro los datos fueron los siguientes, 1.528 gr/cm³, 1.576 gr/cm³ y 1.573 gr/cm³; en el ensayo para las dos canteras se utilizaron los agregados con tamaño de 3/8", 1/2" y 3/4" respectivamente.

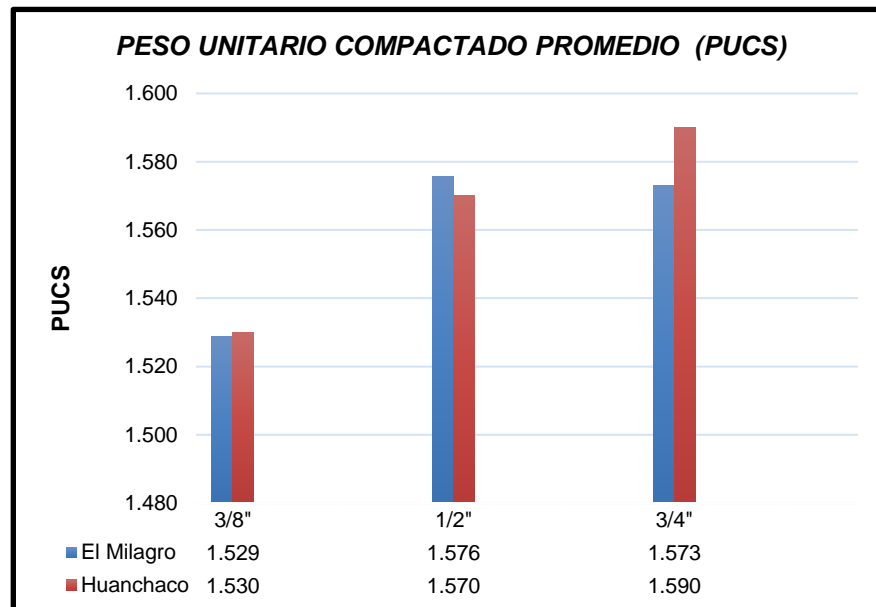
Vigil Sánchez en su tesis: "Diseño, proceso constructivo y evaluación post construcción de un pavimento rígido de concreto permeable", indica que el peso volumétrico aproximado de un agregado usado en concreto, los valores para varían aproximadamente entre 1.200 – 1.760 gr/cm³, lo cual todos nuestros resultados tanto como suelto y compactado se encuentran dentro de los límites, indicando que el peso unitario suelto se encuentra relacionado con el transporte, manejo y almacenamiento del mismo pero el peso unitario compacto está relacionado con el material y/o sus partículas incrementan su grado de acomodamiento siendo este un factor importante para determinar el volumen absoluto del agregado grueso en el diseño de mezclas.

Gráfica N°08: *Peso Unitario Suelto Seco promedio de la cantera de Huanchaco y del Milagro.*



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica N°09: *Peso Unitario Compactado Seco promedio de la cantera de Huanchaco y del Milagro.*



Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.5. Análisis granulométrico de agregado grueso:

En la tabla N°14 y 15 se muestra la curva granulométrica, cumpliendo con los husos y límites respectivos. Benites Bustamante en su tesis: "Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera de río Jequetepeque y el aditivo Chemaplast", indica que las partículas de agregado grueso se retienen en la malla N°16 y pueden variar hasta 152 mm. También indica que las granulometrías más usadas de agregado grueso para la elaboración de concreto permeable pueda ser de un solo tamaño que esta entre $\frac{3}{4}$ " y $\frac{3}{8}$ ", por lo cual en la presente investigación se eligió los 3 tamaños de agregados que son de $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de pulgada.

El tamaño máximo nominal del agregado del Milagro es de $1" - \frac{1}{2}"$, y el módulo de finura de 7.5, de igual manera los resultados obtenidos del análisis granulométrico para la cantera de Huanchaco son: el tamaño máximo nominal es $1" - \frac{1}{2}"$ y el módulo de finura es de 7.38.

4.1.2. Ensayos del concreto.

4.1.2.1. Resistencia a la compresión (NTP 339.034 – ASTM C 39):

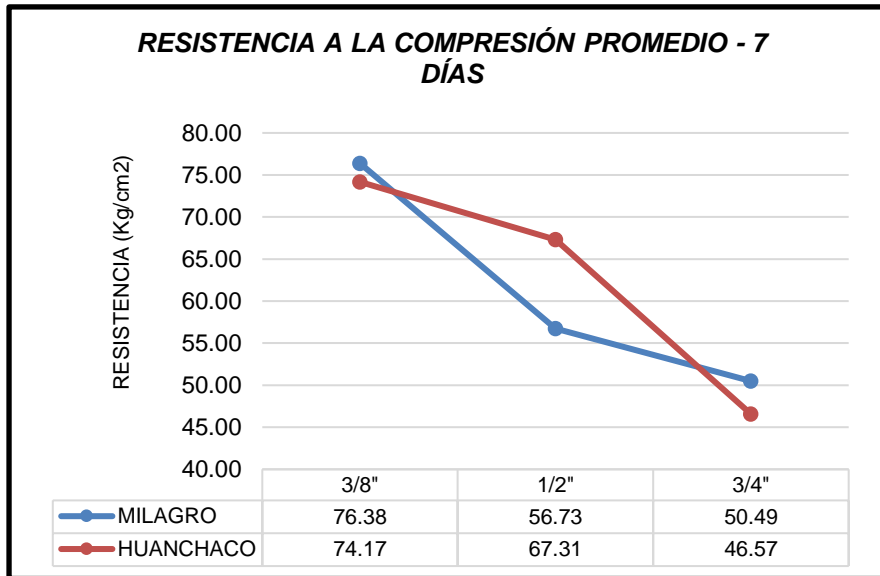
Para el ensayo de resistencia a la compresión se siguieron los parámetros establecidos en la norma; para lo cual se utilizaron probetas cilíndricas de $4" \times 8"$. Para obtener los resultados de resistencia a la compresión se sacó el promedio de tres probetas ensayadas por cada tamaño de agregado, siendo tres probetas con agregado de $\frac{3}{8}"$, tres probetas con agregado de $\frac{1}{2}"$ y tres probetas con agregado de $\frac{3}{4}"$; este número de probetas se realizaron para las canteras de Huanchaco y del Milagro. El ensayo se realizó con un tiempo de curado de 7 días y 28 días, teniendo un total de 36 probetas cilíndricas.

Para las probetas ensayadas a una edad de 7 días de la cantera de Huanchaco para el agregado de $\frac{3}{8}"$, $\frac{1}{2}"$ y $\frac{3}{4}"$ se obtuvo una resistencia promedio de 74.17 kg/cm², 67.31 kg/cm² y .57 kg/cm² respectivamente; para la cantera del Milagro se obtuvo una resistencia promedio de 76.38 kg/cm², 56.73 kg/cm² y 50.49 kg/cm² para los mismos tamaños de agregado.

De igual manera se procedió a realizar el ensayo para la edad de 28 días, obteniendo como resistencia promedio para el agregado de la cantera de Huanchaco de 120.52

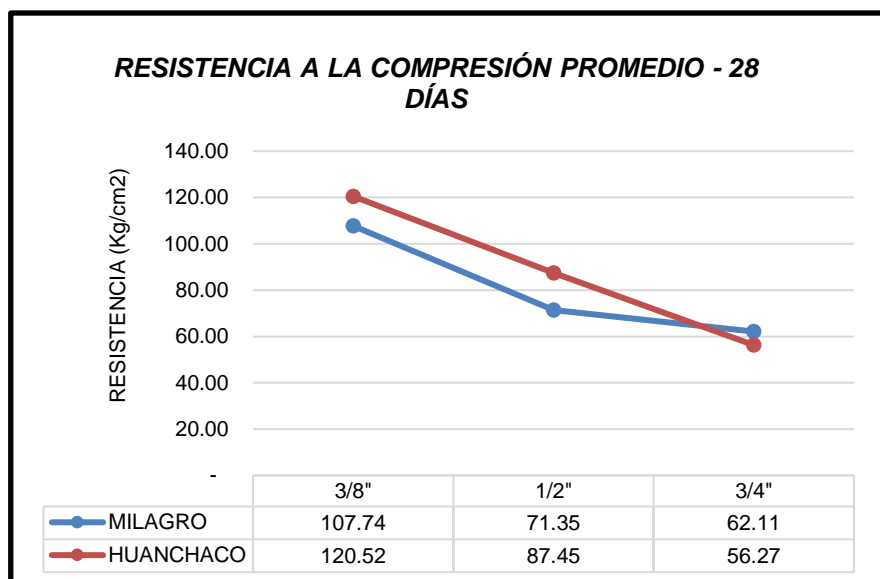
kg/cm², 87.45 kg/cm² y 56.27 kg/cm²; para la cantera del Milagro los resultados de resistencia promedio fueron de 107.74 kg/cm², 1.35 kg/cm² y 62.11 kg/cm², estas probetas también fueron elaboradas con tamaños de agregado de 3/8", 1/2" y 3/4" respectivamente.

Gráfica N°10: Resistencia a la Compresión promedio a 7 días de curado de las canteras de Huanchaco y del Milagro.



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica N°11: Resistencia a la Compresión promedio a 28 días de curado de las canteras de Huanchaco y del Milagro.



Fuente: Elaboración Propia

En las gráficas N°10 y N°11, se puede observar y analizar que las probetas elaboradas con agregado de menor tamaño tienen una resistencia mayor a las que tienen agregado de mayor tamaño, ya sea para un tiempo de curado de 7 y 28 días. Esto es debido a que las probetas elaboradas con menor tamaño presentan un menor contenido de vacíos en el concreto y permiten que las partículas de agregado se encuentren más concentradas y tengan más adherencia entre sí y esto evita que la probeta tenga fallas menores y por ende una mayor resistencia. Pero esto también puede incurrir o afectar en los ensayos de permeabilidad.

Lo contrario ocurre con las probetas elaboradas con un tamaño de agregado de mayor tamaño, su resistencia es menor, puesto que tienen una mayor cantidad de vacíos en la estructura de la probeta, dificulta la adherencia entre sus partículas y las probetas tienden a fallar más rápido, esto también resulta por la falta de agregado fino, por lo que en este tipo de concretos su elaboración se realiza sin finos para poder tener mejores propiedades hidráulicas o de drenaje. Otra de las razones por la cual los concretos permeables elaborados con agregado de mayor tamaño es debido a la forma, superficie de textura de las partículas y el coeficiente de uniformidad del agregado, puesto que se tienen agregados de diferentes tamaños y formas, no se tiene un tamaño exacto del agregado ni tampoco la forma y textura.

También podemos observar que las probetas elaboradas con agregados de las dos canteras presentan una resistencia a la compresión parecidas y no están tan alejadas entre sí, siendo el agregado de 3/8" que presentan mayor resistencia a la compresión a las dos edades de curado, y esto se va reduciendo conforme el tamaño de agregado se va incrementando; por las razones que en párrafos anteriores se explicaron.

Según la ACI 522R-10, el concreto permeable tiene una resistencia a la compresión típica de 28 a 280 kg/cm²; en este caso el concreto permeable elaborada muestra una resistencia promedio entre 70 y 120 kg/cm².

4.1.2.2. Coeficiente de Permeabilidad (ACI 522 R -10):

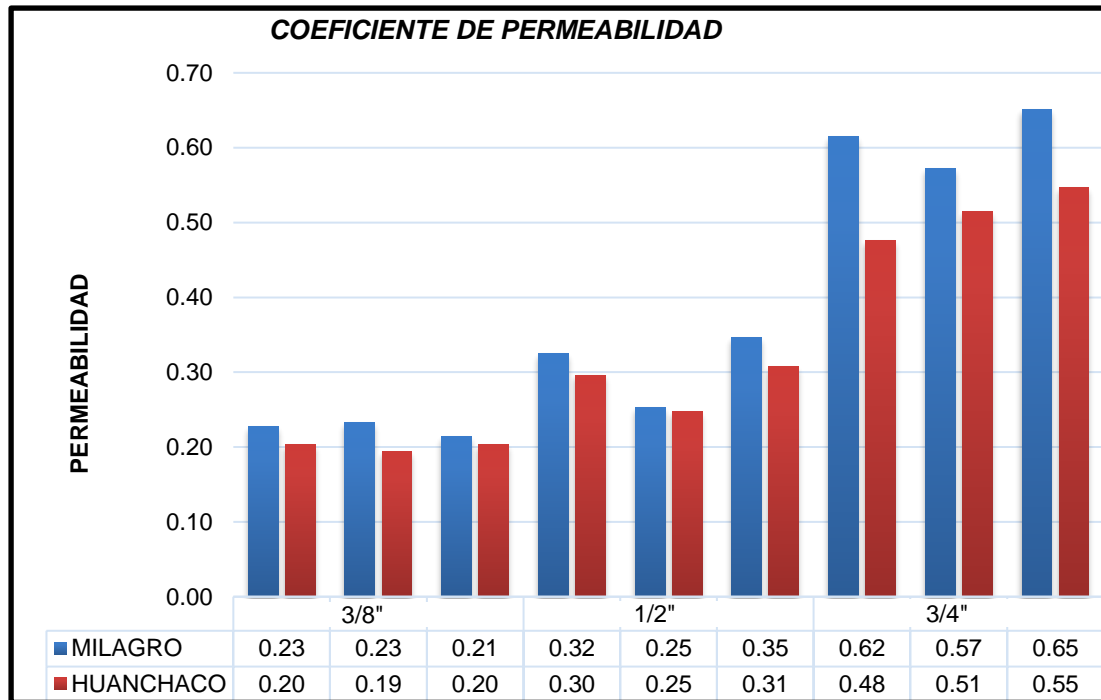
En la tabla N°32 y N°33, se puede observar detalladamente los datos obtenidos del ensayo de permeabilidad de concreto a 28 días, con agregado de las canteras de Huanchaco y del Milagro, el ACI 522R – 10, indica que la capacidad de drenaje del concreto permeable pueden depender del tamaño del agregado y de la densidad de a mezcla con la que se elaboró; pero normalmente la capacidad de drenaje del concreto

permeable varía entre los 81 a 730 l/min/m², que tiene como equivalencia a un factor de permeabilidad comprendido entre 0.20 a 0.54 cm/s. podemos observar que los factores de permeabilidad de las dos canteras cumplen o se encuentran dentro del rango ya mencionado, por lo que permite y facilita el movimiento del flujo a través de su estructura.

Benites Bustamante en su tesis: "Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera de río Jequetepeque y el aditivo Chemaplast", realizó el ensayo de permeabilidad con agregado de 3/8", indica que el coeficiente de permeabilidad promedio obtenido es de 0.321 cm/s, en el caso del presente estudio también se realizó el ensayo del concreto con agregado de 3/8" para las dos canteras de Huanchaco y del Milagro siendo los coeficientes de permeabilidad promedio de 0.223 cm/s y 0.200 cm/s para las dos canteras respectivamente; por lo que se encuentran dentro de los rangos específicos que indica las recomendaciones del ACI 522R-10.

Del mismo modo se realizó el ensayo para el concreto con agregado de 1/2" y 3/4" para la cantera del Milagro y de Huanchaco, presentando unos valores promedio para las probetas con agregado de 1/2" de 0.31 cm/s y 0.29 cm/s, para las probetas con agregado de 3/4" se tiene unos valores promedio de 0.61 cm/s y 0.51 cm/s respectivamente. Los valores obtenidos se encuentran en los rangos específicos, excepto las probetas elaboradas con agregado de 3/4" de la cantera de Huanchaco, el coeficiente de permeabilidad va aumentando conforme se aumenta el tamaño del agregado, debido a que se tiene un mayor porcentaje de vacíos y esto permite que pueda tener un mayor flujo de agua por su estructura.

Gráfica N°12: Coeficiente de Permeabilidad del Concreto elaborado con los agregados de las canteras de Huanchaco y del Milagro.



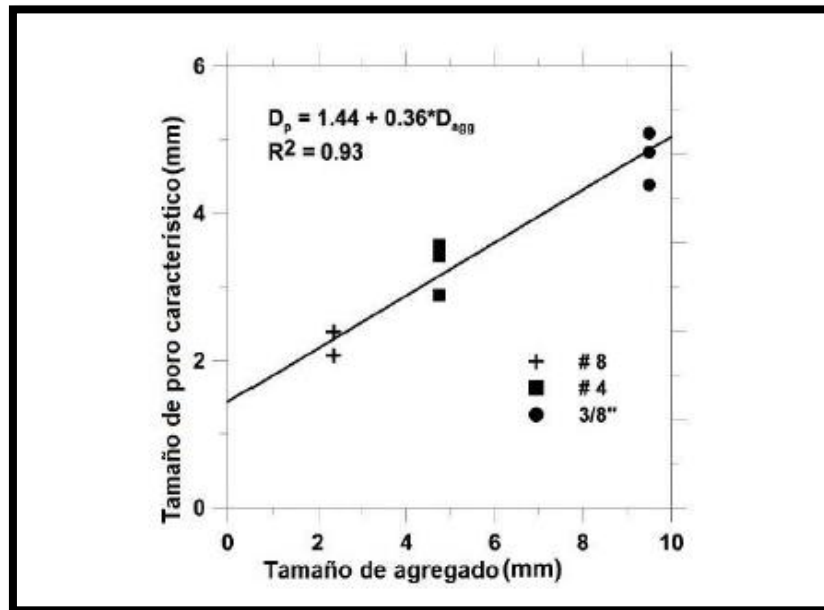
Fuente: Elaboración Propia

La gráfica N°12, nos muestra todos los datos valores obtenidos del ensayo de coeficiente de permeabilidad, observando que las probetas elaboradas con agregado de la cantera del Milagro tienen una mayor permeabilidad, mayor propiedad de drenaje.

Vigil Sánchez en su tesis: "Diseño, proceso constructivo y evaluación post construcción de un pavimento rígido de concreto permeable" indica que al sustituir los agregados de menor diámetro con un porcentaje creciente de mayor diámetro de agregado grueso aumenta el tamaño de los poros. Esto se debe porque el grueso de las partículas introducidas puede no ser capaz de encajar en el vacío dejado por las partículas más finas.

En la siguiente grafica se puede observar los tamaños de poros vs el tamaño de agregado, lo cual indica que al aumentar el tamaño de agregado también aumenta el tamaño de los poros. Por ende, también aumenta el coeficiente de permeabilidad.

Gráfica N°13: Tamaño de Poros Vs Tamaño de Agregado.



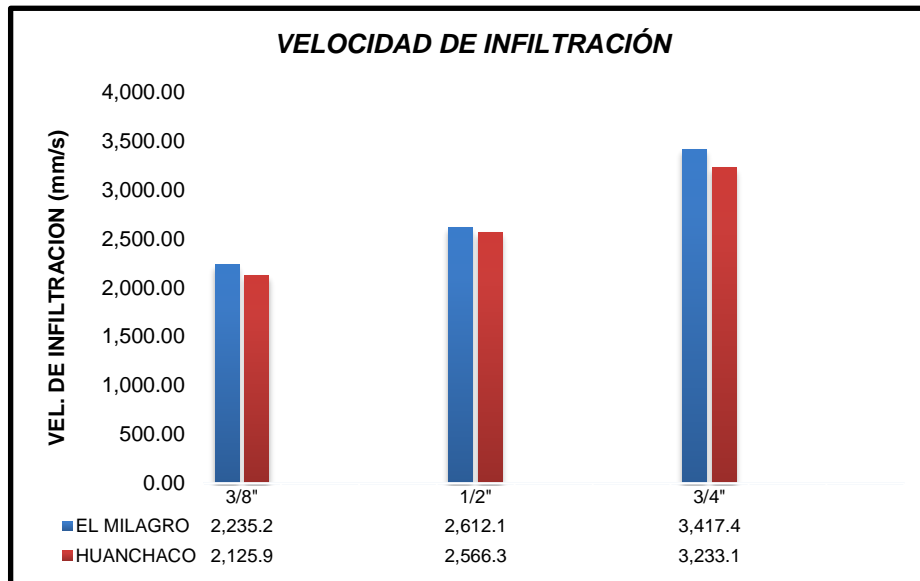
Fuente: Reporte sobre Concreto Permeable ACI 522R-10

4.1.2.3. Velocidad de Infiltración (ASTM C 1701):

En la tabla N°34 y N°35, se muestran los datos y resultados obtenidos de dicho ensayo, que fue realizado siguiendo las recomendación de la norma, para ensayo de test o velocidad de infiltración, en el presente proyecto de investigación se realizaron probetas rectangulares, con un espesor de 10 cm, esto se realizó simulando extracción de lo que podría ser una losa o pavimento de concreto, también se utilizó un anillo de 25 cm de diámetro y al momento de realizar el ensayo se selló el borde de todo el anillo para evitar fugas.

Los datos promedios obtenidos del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro fueron 2, 235 mm/s, 2, 612 mm/s y 3,417 mm/s con los agregados de 3/8", 1/2" y 3/4" respectivamente. Del mismo modo se realizó con la cantera de Huanchaco obteniendo datos promedios de 2,125 mm/s, 2,566 mm/s y 3,233 mm/s.

Gráfica N°14: Velocidad de Infiltración del Concreto elaborado con los agregados de las canteras de Huanchaco y del Milagro.



Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la gráfica N°14, el concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro que tiene un mayor coeficiente de velocidad de infiltración; era de esperar este resultado puesto que, en el ensayo del coeficiente de permeabilidad, también se obtuvo datos mayores con respecto a la otra cantera.

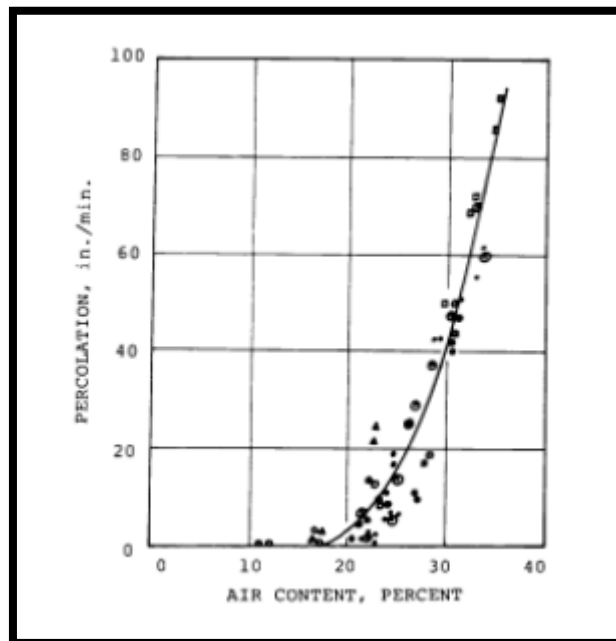
Porras Morales en su tesis: "Metodología de diseño para concreto permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad" indica que los resultados promedios obtenidos fueron de 43 227 mm/s, obtenido una tasa de permeabilidad mucho mayor a la del laboratorio siendo 114,87 mm/min, sin embargo se esperaba ese resultado, debido a que la infiltración solo informa la cantidad de agua que pasa por la superficie, el flujo es insaturado y se extiende por la superficie del pavimento, de manera que el pavimento húmedo, es mayor que el volumen del pavimento directamente debajo del área de prueba, mientras que en el laboratorio el flujo de agua es saturado y este viaja solamente por el volumen ya conocido del espécimen. En el presente ensayo también se obtuvo datos parecidos a los mismos ensayos, teniendo los ensayos de permeabilidad mucho menor al de infiltración, y por lo que también el agregado de la cantera del Milagro presenta un mejor comportamiento hidráulico al de la cantera de Huanchaco.

León Sánchez en su tesis: "Elaboración de concreto permeable con adición de material plástico reciclado para pavimentación en el distrito de Paiacoto – Ancash", indica la

influencia del tamaño de agregado en la estructura de poros, por lo que un agregado de 3/8" tiene un mayor porcentaje de poros con respecto a un agregado #8.

León Sánchez en su tesis: "Elaboración de concreto permeable con adición de material plástico reciclado para pavimentación en el distrito de Paiacoto – Ancash", indica que la tasa de percolación aumenta a medida que el contenido de aire aumenta y por consecuencia también la resistencia a la compresión disminuye, como indica en la siguiente figura.

Gráfica N°15: Percolación Vs Contenido de aire.

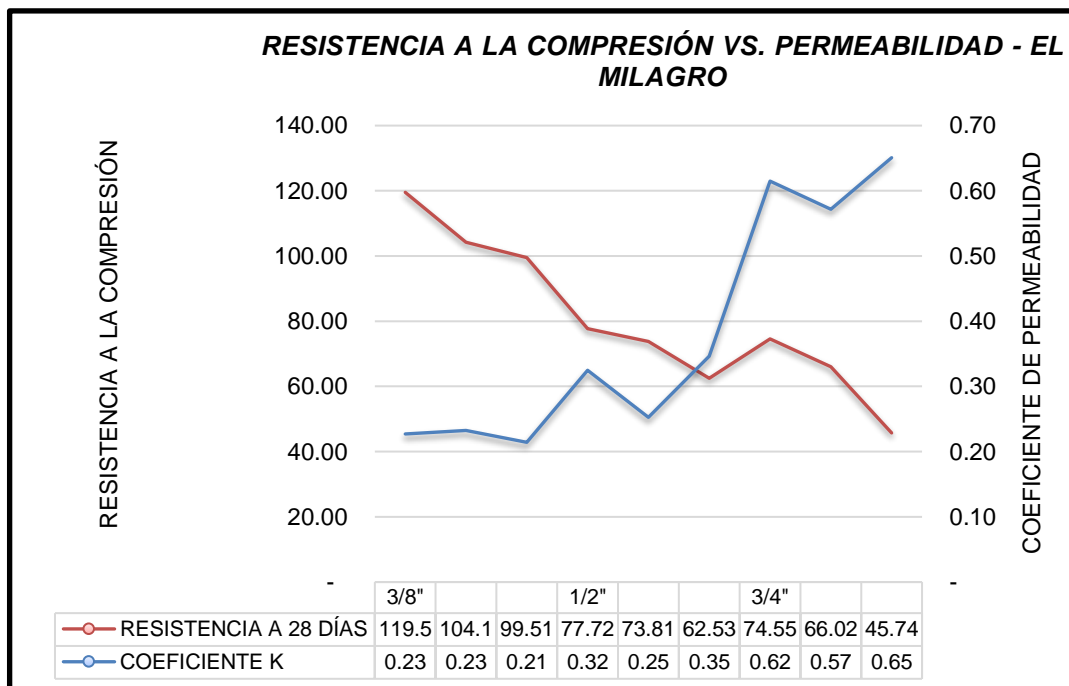


Fuente: Investigaciones antes realizadas.

4.1.2.4. Resistencia a la compresión VS. Coeficiente de Permeabilidad:

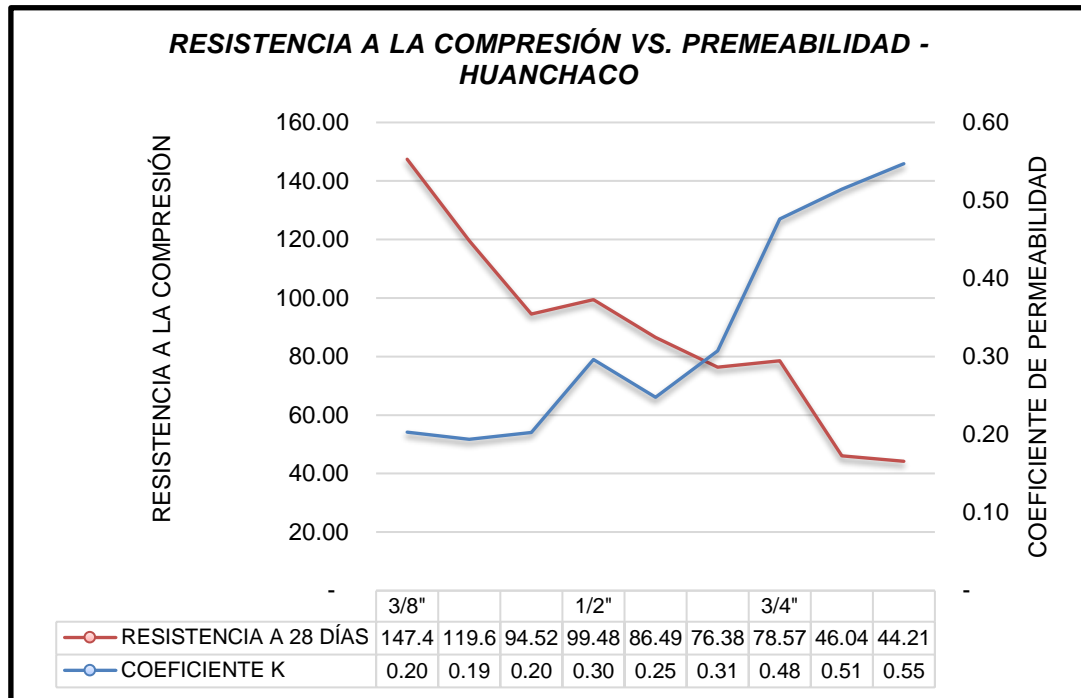
En el siguiente gráfico N°16 y N°17, tenemos la comparación y análisis entre la resistencia a la compresión a 28 días de curado y el coeficiente de permeabilidad del concreto, donde podemos observar que la resistencia a la compresión tiende a bajar conforme el tamaño de agregado va aumentando, lo contrario ocurre con el coeficiente de permeabilidad, esta tienda aumentar, cuando se va aumentando el tamaño del agregado. Esto ocurre ya que para tamaños de agregado de mayor tamaño se tiene un mayor contenido de vacíos en la estructura del concreto y esto permite que el agua se transporte a través de su matriz con mayor facilidad y con una mayor rapidez, y por ende esto también evita que el concreto tenga una mayor resistencia a la compresión.

Gráfica N°16: Resistencia a la Compresión Vs Permeabilidad del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica N°17: Resistencia a la Compresión Vs Permeabilidad del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco.

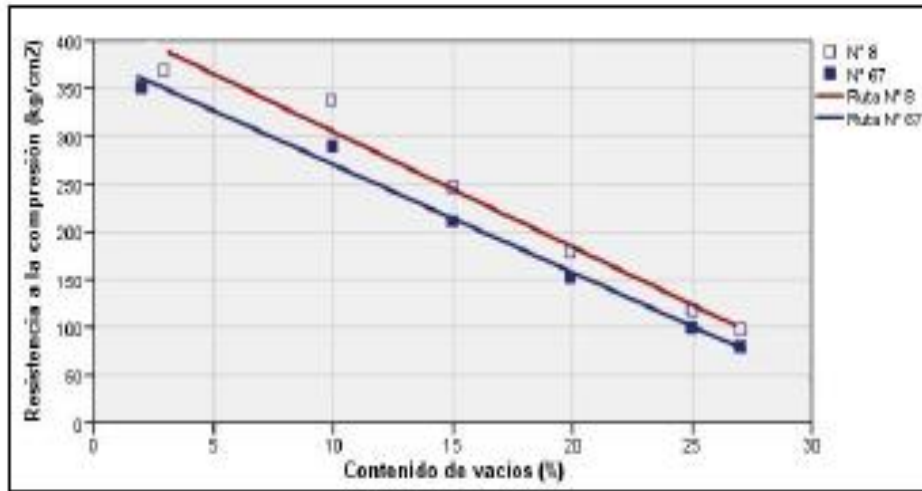


Fuente: Elaboración propia.

Vigil Sánchez en su tesis: "Diseño, proceso constructivo y evaluación post construcción de un pavimento rígido de concreto permeable", indica que la elaboración del concreto permeable con agregados más uniformes se consigue menos resistencia que con un agregado graduado, y los agregados redondeados producen menos contenido de vacíos y por ende también puede llegar a aumentar su resistencia. También indica que para obtener mezclas de concreto permeable con alta resistencia se logra solamente con la reducción del contenido de vacíos.

León Sanchez en su tesis: "Elaboración de concreto permeable con adición de material plástico reciclado para pavimentación en el distrito de Paiacoto – Ancash", indica que ensayando testigos de concreto permeable ensayados a 28 días, pudo observar que cuanto menos sea el contenido de vacíos, mayor es la resistencia a la compresión. Así mismo también se muestra que la resistencia a la compresión aumenta en la medida que disminuyen los tamaños máximos nominales de los agregados como se observa en la siguiente gráfica.

Gráfica N°18: Resistencia a la Compresión Vs Contenido de Vacíos para tamaños de agregado N°8 y N°67.



Fuente: Investigaciones antes realizadas.

4.1.3. Análisis de datos:

Para realizar la prueba de normalidad de los datos se utilizó el software SPSS, y la prueba de normalidad que se consideró fue la de Shapiro –Wilk, ya que es utilizada para muestras menores a 50, lo cual aplica para la presente investigación. En la tabla N°40 a la tabla N°41, se puede observar los resultados de la prueba de normalidad para el ensayo de permeabilidad para cada tamaño de agregado y para cada cantera; teniendo como resultados $p > 0.05$, lo cual indican que los datos siguen una distribución normal.

Al realizar las pruebas de normalidad considerando los datos de Shapiro-Wilk, y teniendo como resultado datos normales y aceptación de los mismos, así considerando que es una prueba paramétrica por todos los resultados obtenidos y ya antes mencionados, se realizó el análisis de datos y validación de hipótesis, para esto se utilizó Análisis de Varianza ANOVA, procesando los datos en el software SPSS.

4.2. Conclusiones:

- Se realizó los ensayos de caracterización al agregado grueso, tanto de la cantera del Milagro como la de Huanchaco, realizándose bajo los parámetros estipulados en cada una de las normas y así poder determinar sus características físicas, el cual los resultados obtenidos cumplen con dichos parámetros y rangos establecidos en cada una de sus normas, por lo que se puede concluir que el agregado tiene con las características necesarias para poder ser utilizado en la investigación y a la vez está bien graduado.
- Se realizó el diseño de mezclas para 1 m³ de concreto con los diferentes tamaños de agregado y cantera de procedencia.
- Se determinó la influencia de los agregados de 3/8", 1/2" y 3/4" de pulgada de la cantera del Milagro y de Huanchaco, teniendo como conclusión que al aumentar el tamaño de agregado las propiedades de drenaje del concreto permeable aumentan, ya que los espacios que se tiene entre las partículas son mayores al ir aumentando el tamaño.
- Se realizaron los ensayos respectivos para poder determinar las propiedades hidráulicas de todos los tamaños de agregado y de cada una de las canteras, teniendo como conclusión que todos los tamaños de agregado presentan un buen coeficiente de permeabilidad y una buena velocidad de infiltración, las cuales se encuentran entre los rangos establecidos por la ACI 522R-10, que son de 0.20 a 0.54 cm/s, teniendo un valor promedio máximo de 0.65 cm/s en los agregados de 3/4" y valor mínimo de 0.19 cm/s para los agregados de 3/8".
- Se determinó que el agregado que cumple con las características necesarias para poder elaborar concreto permeable y a la vez poder darle uso como pavimento, llegando a la conclusión el agregado de la cantera del Milagro puede ser utilizado para tal fin por sus características físicas que posee y las propiedades que brinda al concreto permeable.
- Se determinó el tamaño de agregado recomendable para poder elaborar concreto permeable, llegando a la conclusión que el agregado más favorable es de 3/8" y 1/2", puesto que, por sus características físicas al momento de ser utilizado para elaborar la mezcla y probetas de concreto, se obtiene una buena calidad en sus propiedades de drenaje, estando entre los rangos tanto de coeficiente de permeabilidad como su resistencia a la compresión. También para que el concreto tenga una mayor durabilidad este debe tener menor porosidad.
- Adicionalmente se realizó el ensayo a la compresión para poder verificar la resistencia del concreto permeable que se ha elaborado, obteniendo valores que se encuentran dentro de los valores típicos de resistencia que son desde los 28 kg/cm² hasta los 280 kg/cm², la mayor

resistencia a la compresión que se obtuvo fue de 147.43 kg/cm² a una edad de 28 días de curado.

- Se determinó que el concreto elaborado con agregado de 3/8" y 1/2" presentan una mayor resistencia, ya que contiene menor cantidad de vacíos.
- Se concluye que el concreto permeable puede ser utilizado como pavimento y ser aplicado en estacionamiento vehiculares, calles de poco o mediano tráfico. También se aconseja que sean aplicados en aceras, senderos, fuentes, orillas de piscina.

4.3. Recomendaciones:

- Se recomienda que se realice ensayos de concreto permeable con un tamaño y forma de agregado más uniforme.
- Se recomienda a próximos tesis que realicen el ensayo de resistencia a la flexión.
- Se recomienda que se realicen estudios de concreto permeable con agregado de las canteras estudiadas utilizando porcentajes de agregado fino y/o algún tipo de aditivo.
- Se recomienda estudiar o analizar las demás canteras existentes en la ciudad, para evaluar los comportamientos y características de los agregados.

REFERENCIAS

- American Concrete Institute Committe 522. (2010). *522R-10: Report on Pervious Concrete*. Concrete.
<https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/51663557>
- Andrés-Valeri, V., Castro-Fresno, D., Sañudo-Fontaneda, L., Rodriguez-Hernandez, L., Ballester-Muñoz, F., & Canteras-Jordana, J. (2014). Rehabilitación Hidrológica Urbana. *Rehabend*, 1-4. <https://core.ac.uk/download/pdf/147471255.pdf>
- ASTM C 127 - 128. (2001). *Peso Especifico Aparente, Real Del Agregado Grueso Y Absorcion Del Agregado*.
- ASTM C 1688. (2011). *Metodo De Prueba Para El Peso Unitario Y Contenido De Vacios Del Concreto En Estado Fresco*.
- ASTM C 1701. (s.f.). *Standard Test Method For Infiltration Rate Of In Place Pervious Concrete*.
- Benites Bustamante, J. C. (2014). Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera Río Jequetepeque y el Aditivo Chemaplast. (Tesis de Ingenieria). Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca.
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/522/T%20620.19%20B467%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bertrand, A. (1908). *Alcantarillado de Santiago actualmente en construcción*. (Ministerio del Interior del Gobierno de Chile, Ed.). Ministerio del Interior del Gobierno de Chile.
- Febles Domènech, M. D., & Perales Momparler, S. (2010). Innovación y Sostenibilidad en la Gestión del Drenaje Urbano: Primeras Experiencias de SuDS en la Ciudad de Barcelona. Ingeniería del Agua. <http://www.ingenieriadelagua.com/2004/JIA/Jia2009/fs/CO07rev.pdf>
- Gonzalez Fernandez, J. (2016). Estudio de alternativas para la construcción de firmes permeables (Tesis de Ingeniería Civil). Repositorio Abierto de la Universidad de Cantabria.
<https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/9259?show=full>
- International Disaster Database–EM-DAT–. (2011). *International Disaster Database*.
- Laguna Aleman, J. A., & Piedrahita Gonzales, O. J. (2017). *Estudio comparativo de mezclas de concreto poroso usando materiales disponibles en cartagena de indias para uso de pavimentos en parqueaderos* (Tesis de Ingeniera Civil). Repositorio de la Universidad de Cartagena.
https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/4153/LAGUNA_PIEDRAHITA_20160222FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Maldonado Lozano, A., & Paredes Aguilar, L. (2015). *Soluciones tecnológicas para el diseño de secciones permeables en vías urbanas en la ciudad de Tarapoto* (Tesis de Maestría). Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Ingeniería.
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3404>
- Meneses Roa ,J & Perez Bocanegra ,D.(2017) . *Mezcla asfáltica permeable como parte de la estructura de pavimento a partir del uso y modificación de una mezcla drenante aplicado a vías rurales*.(Tesis de Ingenieria). Repositorio Institucional de la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas.
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5374/P%c3%a1ezBocanegraDiegoAlberto2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Transporte E 207 (2007). *Abrasion Los Angeles (L.A) al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm(1 ½") MTC E*. MTC. <https://docplayer.es/Abrasion-los-angeles-l-a-al-desgaste-de-los-agregados-de-tamanos-menores-de-37-5-mm-1-1/20232218-2-mtc-e-207-2000.html>
- Moujir, Y., & Castañeda, I. (2014). *Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos*.(Tesis de Licenciatura) Pontificia Universidad Javeriana .
<http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/3082>
- Naira, P. C., & Pari, V. H. (2016). *evaluación, diseño y modelamiento del sistema de drenaje pluvial de la ciudad de Juliaca con la aplicación del Software Swmm*. (Tesis de Ingenieria) Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Altiplano .
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2975>
- NTP 339.185. (2013). *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*.
- NTP 400.012. (2001). *Analisis granulometrico del agregado fino, grueso, global*.
- NTP 400.017. (1999). *Metodo de ensayo para determinar el peso volumetrico unitario del agregado*.
- NTP 400.021. (2002). *Metodo de ensayo normalizado para peso especifico y absorcion del agregado grueso*.
- Perales Monparler, S., & Andres Domenech, I. (2008). *Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible: Una Alternativa a la Gestión del Agua de Lluvia*. Universidad Politécnica de Valencia.
https://www.researchgate.net/publication/237213737_Los_Sistemas_Urbanos_de_Drenaje_Sostenible_Una_Alternativa_a_la_Gestion_del_Agua_de_Lluvia
- Polanco Andrade, A. M., & Sánchez Vega, A. E. (2012). *Diseño hidráulico de losas en pavimento poroso rígido como estructuras complementarias al drenaje pluvial de Bogotá* (Tesis de

Ingeniería Civil). Repositorio de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá.

<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/11150>

Ramírez, L. C. (2010). *Tecnología del concreto permeable o ecologico en la construcción.*(Tesis de Especialista en construcción)Repositorio de la Universidad Nacional Autonoma de Mexico
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/8684/Tesis.pdf?sequence=1>

Rivera, G. (2011). *Agregados para mortero o concreto.* Universidad del Cauca

Rivera, M. E. (2017). *Concreto permeable con adición de tiras de plástico y su aplicación en pavimentos rígidos de tráfico liviano.*(Tesis de Licenciatura).Repositorio de la Universidad de Sanc Carlos de Guatemala . <http://www.repositorio.usac.edu.gt/6866/>

Roa, J. B., & Bocanegra, D. A. (2017). *Mezcla asfáltica permeable como parte de la estructura de pavimento a partir del uso y modificación de una mezcla drenante aplicado a vías rurales.* (Tesis de Ingenieria Civil) Repositorio de la Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5374/P%C3%A1ezBocanegraDiegoAlberto2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rosales, A. A. (2017). *Concreto Permeable como Sistema de Drenaje de Agua Pluviales en Estacionamientos, caso Farmacias San Pablo, Scursa Tláhuac-Culhuacán.*

Tecamachalco. (Tesis de Ingenieria) Repositorio del Insituto Politecnico Nacional

Sánchez, M. E. (2012). *Diseño, proceso constructivo y evaluación post construcción de un pavimento rígido de concreto permeable.* (Tesis de Ingenieria Civil) Repositorio de la Universidad de El Salvador .
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/3929/1/Dise%C3%B1o,%20proceso%20constructivo%20y%20evaluaci%C3%B3n%20post%20construcc%C3%B3n%20de%20un%20pavimento%20r%C3%ADgido%20de%20concreto%20permeable.pdf>

Sara, P., & Ignacio, Domenech . (2008). LOS SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE: UNA ALTERNATIVA A LA GESTIÓN DEL AGUA DE LLUVIA. *Universidad Politécnica de Valencia* .

Suárez, J. E. (2014). *Diseño estructural de un pavimento permeable mediante la relación de vacíos y su aplicación al drenaje vial.* (Tesis de Ingenieria Civil) Repositorio de la Universidad Internacional del Ecuador . <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2217>

The Inter-American Network of Academies of Sciences y United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2015). *Desafíos del agua urbana en las Américas.* Unesdoc.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245202>

Trapote Jaume, A., & Fernandez Rodriguez, H. (2016). *Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible.* Instituto Universitario del Agua y de las Ciencias Ambientales.


<http://agroambient.gva.es/documents/163005665/163975683/AGRICULTURA8-16I+memoria/1d8cb413-3eb3-4f5e-a247-e4466a59b21c>

Valverde, F. W. (2014). *Desarrollo de hormigones permeables enfocado al diseño de mezclas, construcción de obras y a la protección ambiental, basado en las normas aci, Astm E Inen.* (Tesis de Ingeniería Civil) Repositorio de la Universidad San Francisco de Quito
<http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3369>

ANEXOS

Anexo 1: Tablas

Anexo 1.1: Guía de Observación: Contenido de Humedad.


GUIA DE OBSERVACIÓN DEL AGREGADO		 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
DATOS INFORMATIVOS:		FÓRMULA:	
NOMBRE DE TESISTA:	Mostacero León, Gilver Alex André.	$W\% = \frac{A - B}{A} \times 100$	
CANTERA :	El Milagro.		
ENSAYO:	Contenido de Humedad.		
NORMA:	ASTM C 70		
<i>TAMAÑO</i>	<i>3/8"</i>	<i>1/2"</i>	<i>3/4"</i>
<i>Peso Tara (gr)</i>	88.00	170.00	167.00
<i>P. Tara + MH (gr)</i>	1096.00	2218.00	2217.00
<i>P. Tara + MS (gr)</i>	1090.00	2208.00	2204.00
<i>Muestra Húmeda (gr)</i>	1008.00	2048.00	2050.00
<i>Muestra Seca (gr)</i>	1002.00	2038.00	2037.00
<i>Cont. de Humedad (%)</i>	0.60	0.49	0.63



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°52: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Contenido de Humedad.

Anexo 1.2: Guía de Observación: Contenido de Humedad.

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL AGREGADO		 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
DATOS INFORMATIVOS:		FÓRMULA:	
NOMBRE DE TESIS:	Mostacero león, Gíver Alex André.	$W\% = \frac{A - B}{A} \times 100$	
CANTERA :	Huanchaco.		
ENSAYO:	Contenido de Humedad.		
NORMA:	ASTM C 70		
<i>TAMAÑO</i>	<i>3/8"</i>	<i>1/2"</i>	<i>3/4"</i>
<i>Peso Tara (gr)</i>	78.00	280.00	288.00
<i>P. Tara + MH (gr)</i>	1180.00	2514.00	2770.00
<i>P. Tara + MS (gr)</i>	1162.00	2482.00	2732.00
<i>Muestra Húmeda (gr) - A</i>	1102.00	2234.00	2482.00
<i>Muestra Seca (gr) - B</i>	1084.00	2202.00	2444.00
<i>Cont. de Humedad (%)</i>	1.63	1.43	1.53



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°53: Guía de Observación del agregado de la cantera Huanchaco, ensayo: Contenido de Humedad.

Anexo 1.3: Guía de Observación: Peso Volumétrico Suelto del agregado grueso y vacíos en los agregados.

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL AGREGADO									
DATOS INFORMATIVOS:					FÓRMULA:				
NOMBRE DE TESISTA:	Mostacero león, Gilver Alex André								
CANTERA :	El Milagro								
TAMAÑOS DE AGREGADO:	1/2" - 3/4" - 3/8"								
ENSAYO:	Peso volumétrico suelto del agregado grueso y vacíos en los agregados.								
NORMA:	ASTM C 29 - MTC E 203 - NTP 400.017								
<i>Tamaño</i>	3/8"			1/2"			3/4"		
<i>Ensayo</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>P. del recipiente (kg)</i>	5.520			5.520			5.520		
<i>P. recipiente + material (kg)</i>	24.99	25.08	25.1	25.540	25.560	25.600	25.65	25.55	25.71
<i>Peso del material (kg)</i>	19.470	19.560	19.580	20.020	20.040	20.080	20.130	20.030	20.190
<i>Peso del agua + recipiente (kg)</i>	18.65			18.65			18.65		
<i>Peso del agua</i>	13.130			13.130			13.130		
<i>Factor f</i>	70.8065			70.8065			70.8065		
<i>Peso Unitario Suelto</i>	1.378	1.384	1.386	1.417	1.419	1.421	1.425	1.418	1.429
<i>Peso unitario suelto seco promedio</i>	1.383			1.419			1.424		
<i>% Vacíos</i>	44.67%			47.23%			32.25%		



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°54: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Peso volumétrico suelto del agregado grueso y vacíos en los agregados.

Anexo 1.4: Guía de Observación: Peso Volumétrico Suelto del agregado grueso y vacíos en los agregados.

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL AGREGADO									
DATOS INFORMATIVOS:					FÓRMULA:				
NOMBRE DE TESIS:	Mostacero león, Gilver Alex André								
CANTERA :	Huanchaco								
TAMAÑOS DE AGREGADO:	1/2" - 3/4" - 3/8"								
ENSAYO:	Peso volumétrico suelto del agregado grueso y vacíos en los agregados.								
NORMA:	ASTM C 29 - MTC E 203 - NTP 400.017								
<i>Tamaño</i>	3/8"			1/2"			3/4"		
<i>Ensayo</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>P. del recipiente (kg)</i>	5.520			5.520			5.520		
<i>P. recipiente + material (kg)</i>	25.13	25.09	25.02	25.700	25.810	25.750	25.65	25.55	25.71
<i>Peso del material (kg)</i>	19.610	19.570	19.500	20.180	20.290	20.230	19.840	20.270	19.640
<i>Peso del agua + recipiente (kg)</i>	18.65			18.65			18.65		
<i>Peso del agua</i>	13.130			13.130			13.130		
<i>Factor f</i>	70.8065			70.8065			70.8065		
<i>Peso Unitario Suelto</i>	1.388	1.386	1.381	1.429	1.437	1.432	1.405	1.435	1.390
<i>Peso unitario suelto seco promedio</i>	1.380			1.430			1.410		
<i>% Vacios</i>	44.16%			44.26%			43.82%		

$$P.U = \text{Factor } f * \text{Peso de Material}$$

$$\% \text{Vacíos} = \frac{(AxW) - B}{AxW}$$



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°55: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Peso volumétrico suelto del agregado grueso y vacíos en los agregados.

Anexo 1.5: Guía de Observación: Peso Volumétrico Compacto del agregado grueso y vacíos en los agregados.

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL AGREGADO									
DATOS INFORMATIVOS:					FÓRMULA:				
NOMBRE DE TESISTA:	Mostacero león, Gilver Alex André								
CANTERA :	El Milagro								
TAMAÑOS DE AGREGADO:	1/2" - 3/4" - 3/8"								
ENSAYO:	Peso volumétrico Compacto del agregado grueso y vacíos en los agregados.								
NORMA:	ASTM C 29 - MTC E 203 - NTP 400.017								
<i>Tamaño</i>	3/8"			1/2"			3/4"		
<i>Ensayo</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>P. del recipiente (kg)</i>	5.520			5.520			5.520		
<i>P. recipiente + material (kg)</i>	27.09	27.13	27.12	27.76	27.80	27.79	27.65	27.77	27.79
<i>Peso del material (kg)</i>	21.574	21.606	21.595	22.242	22.284	22.266	22.132	22.250	22.274
<i>Peso del agua + recipiente (kg)</i>	18.65			18.65			18.65		
<i>Peso del agua</i>	13.130			13.130			13.130		
<i>Factor f</i>	70.8065			70.8065			70.8065		
<i>Peso Unitario Compacto</i>	1.527	1.530	1.529	1.574	1.577	1.576	1.567	1.575	1.577
<i>Peso unitario compacto seco promedio</i>	1.528			1.419			1.573		
<i>% Vacíos</i>	38.85%			24.48%			41.40%		



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°56: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Peso volumétrico compacto del agregado grueso y vacíos en los agregados.


Anexo 1.6: Guía de Observación: Peso Volumétrico Compacto del agregado grueso y vacíos en los agregados.

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL AGREGADO									
DATOS INFORMATIVOS:					FÓRMULA:				
NOMBRE DE TESISTA:	Mostacero León, Gilver Alex André								
CANTERA :	Huanchaco								
TAMAÑOS DE AGREGADO:	1/2" - 3/4" - 3/8"								
ENSAYO:	Peso volumétrico Compacto del agregado grueso y vacíos en los agregados.								
NORMA:	ASTM C 29 - MTC E 203 - NTP 400.017								
<i>Tamaño</i>	3/8"			1/2"			3/4"		
<i>Ensayo</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>P. del recipiente (kg)</i>	5.520			5.520			5.520		
<i>P. recipiente + material (kg)</i>	27.31	27.17	26.99	27.58	27.75	27.69	27.84	28.16	28.12
<i>Peso del material (kg)</i>	21.711	21.654	21.473	22.066	22.234	22.175	22.322	22.65	22.60
<i>Peso del agua + recipiente (kg)</i>	18.65			18.65			18.65		
<i>Peso del agua</i>	13.130			13.130			13.130		
<i>Factor f</i>	70.8065			70.8065			70.8065		
<i>Peso Unitario Compacto</i>	1.537	1.533	1.520	1.562	1.574	1.570	1.581	1.603	1.600
<i>Peso unitario compacto seco promedio</i>	1.530			1.570			1.590		
<i>% Vacíos</i>	36.46%			38.95%			39.29%		


Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°57: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Peso volumétrico compacto del agregado grueso y vacíos en los agregados.

Anexo 1.7: Guía de Observación: Peso Específico Aparente y real del agregado grueso y absorción del agregado.


GUIA DE OBSERVACIÓN DEL AGREGADO			 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
DATOS INFORMATIVOS:		FÓRMULA:	
NOMBRE DE TESISTA:	Mostacero León, Gilver Alex André		$P_{em} = A/(B - C)$ $P_{mss} = B/(B - C)$ $P_{ea} = A/(A - C)$ $\%Abs = ((B - A)/A)*100$
CANTERA :	Huanchaco		
TAMAÑOS DE AGREGADO	1/2" - 3/4" - 3/8"		
ENSAYO:	Peso específico aparente y real del agregado grueso y absorción del agregado.		
NORMA:	ASTM C 127, C 128 y NTP 400.021		
<i>Tamaño</i>	<i>1/2"</i>	<i>3/4"</i>	<i>3/8"</i>
<i>Peso de muestra (gr)</i>	1708.00	1707.00	1715.00
<i>Peso Saturado (gr)</i>	1729.50	1757.00	1782.00
<i>P. Superficialmente seco (gr) - B</i>	1692.00	1728.00	1716.00
<i>P. sumergido (gr) - C</i>	1053.00	1063.50	1058.00
<i>Peso seco (gr) - A</i>	1642.00	1670.50	1635.00
<i>Pem</i>	2.57	2.51	2.48
<i>Pmss</i>	2.65	2.60	2.61
<i>Pea</i>	2.79	2.75	2.83
<i>%Abs</i>	3.10%	3.40%	4.50%



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°58: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Peso específico aparente y real del agregado grueso y absorción del agregado.

Anexo 1.8: Guía de Observación: Peso Específico Aparente y real del agregado grueso y absorción del agregado.


GUIA DE OBSERVACIÓN DEL AGREGADO			 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
DATOS INFORMATIVOS:			FÓRMULA:
NOMBRE DE TESIS:	Mostacero león, Gilver Alex André		$P_{em} = A/(B - C)$ $P_{msss} = B/(B - C)$ $P_{ea} = A/(A - C)$ $\%Abs = ((B - A)/A)*100$
CANTERA :	El Milagro		
TAMAÑOS DE AGREGADO	1/2" - 3/4" - 3/8"		
ENSAYO:	Peso específico aparente y real del agregado grueso y absorción del agregado.		
NORMA:	ASTM C 127, C 128 y NTP 400.021		
<i>Tamaño</i>	<i>1/2"</i>	<i>3/4"</i>	<i>3/8"</i>
<i>Peso de muestra (gr)</i>	1704.00	1710.00	1706.00
<i>Peso Saturado (gr)</i>	1758.00	1744.00	1869.00
<i>P. Superficialmente seco (gr) - B</i>	1716.00	1718.00	1815.00
<i>P. sumergido (gr) - C</i>	919.00	928.00	914.00
<i>Peso seco (gr) - A</i>	1670.00	1667.00	1747.00
<i>Pem</i>	2.10	2.11	1.94
<i>Pmsss</i>	2.15	2.17	2.01
<i>Pea</i>	2.22	2.26	2.10
<i>%Abs</i>	2.75%	3.06%	3.89%



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°59: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Peso específico aparente y real del agregado grueso y absorción del agregado.

Anexo 1.9: Guía de Observación: Análisis Granulométrico y Módulo de finura.


GUIA DE OBSERVACIÓN DEL AGREGADO						 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
DATOS INFORMATIVOS:							
NOMBRE DE TESISISTA:	Mostacero león, Gílvér Alex André						
CANTERA :	Huanchaco						
ENSAYO:	Análisis Granulométrico y módulo de finura.						
NORMA:	ASTM C 136 - MTC E 204 – NTP 400.012						
DATOS ESPECIFICOS:							
MASA INICIAL (Gr):	10 340						
MASA FINAL (Gr):	10 335						
TAMAÑO MÁX. NOMINAL	1 - 1/2"						
MODULO DE FINURA	7.38						
<i>Tamiz Estándar</i>	<i>Abert. (mm)</i>	<i>Peso Reten. (gr)</i>	<i>% Reten. Parcial</i>	<i>% Reten. Acum.</i>	<i>% Que Pasa</i>	<i>Límites Huso 56 (NTP 400.037)</i> <i>Mínimo Máximo</i>	
2"	50	0	0	0	100	100	100
1½"	37.5	396	3.8	3.8	96.2	100	100
1"	25	2494	24.1	24.1	75.9	90	100
¾"	19	2221	21.5	45.6	54.4	40	85
½"	12.5	2179	21.1	66.7	33.3	10	40
3/8"	9.5	1680	16.3	83	17	0	15
N°4	4.75	1328	12.8	95.8	4.2	0	5
N°8	2.36	0	0	95.8	4.2		
N°16	1.18	0	0	95.8	4.2		
Fondo	-	37	0.4	96.2	3.8		
		10335	100				



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°60: Guía de Observación del agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Análisis Granulométrico y Modulo de Finura.

Anexo 1.10: Guía de Observación: Análisis Granulométrico y Módulo de finura.


GUIA DE OBSERVACIÓN DEL AGREGADO							 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
DATOS INFORMATIVOS:								
NOMBRE DE TESISISTA:	Mostacero león, Gilver Alex André							
CANTERA :	El Milagro							
ENSAYO:	Análisis Granulométrico y módulo de finura.							
NORMA:	ASTM C 136 - MTC E 204 – NTP 400.012							
DATOS ESPECIFICOS:								
MASA INICIAL (Gr):	10 340							
MASA FINAL (Gr):	10 335							
TAMAÑO MÁX. NOMINAL	1 - 1/2"							
MODÚLO DE FINURA	7.38							
<i>Tamiz Estándar</i>	<i>Abert. (mm)</i>	<i>Peso Reten. (gr)</i>	<i>% Reten. Parcial</i>	<i>% Reten. Acum.</i>	<i>% Que Pasa</i>	<i>Limites Huso 56 (NTP 400.037)</i> <i>Mínimo Máximo</i>		
2"	50	0	0	0	100	100	100	
1½"	37.5	2.44	2.2	2.2	97.8	100	100	
1"	25	2519	22.8	22.8	77.2	90	100	
¾"	19	3981	36	58.8	41.2	40	85	
½"	12.5	3176	28.80	87.6	12.40	10	40	
3/8"	9.5	552	5	92.6	7.40	0	15	
N°4	4.75	433	3.9	96.5	3.50	0	5	
N°8	2.36	0	0	96.5	3.50			
N°16	1.18	0	0	96.5	3.50			
Fondo	-	141	1.3	97.8	2.20			
		10335	100					



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°61: Guía de Observación del agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Análisis Granulométrico y Modulo de Finura.

Anexo 1.11: Guía de Observación: Resistencia a la Compresión.

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO					 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
DATOS INFORMATIVOS:							
NOMBRE DE TESISTA:	Mostacero león, Gilver Alex André						
CANTERA :	El Milagro						
ENSAYO:	Resistencia a la compresión						
NORMA:	NTP 339.034 - ASTM C39						
DATOS ESPECIFICOS:					FÓRMULA:		
TAMAÑO DE AGREGADO	1/2" - 3/4" - 3/8"				$\sigma = \frac{F}{A}$		
N° DE PROBETAS	3 probetas por tamaño de agregado						
N° DIAS DE CURADO	7 DÍAS						
TAMAÑO DE PROBETAS	4" X 8"						
Tamaño de Agregado	Cod. De Espécimen	Diámetro	Carga Máxima (Kg)		Sección (cm ²) - A	Resistencia a 7 días	Resistencia promedio
			(kN)	(kg) - F			
3/8"	MG1-3/8	9.36	54.13	5,520.00	68.81	80.22	76.38
	MG2-3/8	9.31	52.34	5,337.00	68.12	78.34	
	MG3-3/8	9.27	46.67	4,759.00	67.44	70.56	
1/2"	MG1-1/2	9.33	41.48	4,230.00	68.32	61.92	56.73
	MG2-1/2	8.90	34.89	3,558.00	62.21	57.19	
	MG3-1/2	9.20	33.28	3,394.00	66.43	51.09	
3/4"	MG1-3/4	9.86	37.81	3,856.00	76.36	50.50	50.49
	MG2-3/4	9.39	37.31	3,805.00	69.30	54.91	
	MG3-3/4	9.03	28.95	2,952.00	64.09	46.06	



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°62: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Resistencia a la Compresión a 7 días.

Anexo 1.12: Guía de Observación: Resistencia a la Compresión.


GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO							
DATOS INFORMATIVOS:							
NOMBRE DE TESIS:	Mostacero León, Gilver Alex André						
CANTERA :	El Milagro						
ENSAYO:	Resistencia a la compresión						
NORMA:	NTP 339.034 - ASTM C39						
DATOS ESPECIFICOS:					FÓRMULA:		
TAMAÑO DE AGREGADO	1/2" - 3/4" - 3/8"				$\sigma = \frac{F}{A}$		
N° DE PROBETAS	3 probetas por tamaño de agregado						
N° DIAS DE CURADO	28 DÍAS						
TAMAÑO DE PROBETAS	4" X 8"						
Tamaño de Agregado	Cod. De Espécimen	Diámetro	Carga Máxima (Kg)		Sección (cm ²) - A	Resistencia a 7 días	Resistencia promedio
			(kN)	(kg) - F			
3/8"	MG1-3/8	9.89	89.56	9,133.00	76.41	119.53	107.74
	MG2-3/8	9.88	78.28	7,982.00	76.61	104.18	
	MG3-3/8	9.79	73.51	7,496.00	75.33	99.51	
1/2"	MG1-1/2	9.85	58.07	5,922.00	76.20	77.72	71.35
	MG2-1/2	9.86	55.31	5,640.00	76.41	73.81	
	MG3-1/2	9.80	46.26	4,717.00	75.43	62.53	
3/4"	MG1-3/4	9.98	57.23	5,836.00	78.28	74.55	62.11
	MG2-3/4	9.89	49.74	5,072.00	76.82	66.02	
	MG3-3/4	9.88	34.41	3,509.00	76.72	45.74	



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°63: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Resistencia a la Compresión a 28 días.

Anexo 1.13: Guía de Observación: Resistencia a la Compresión.


GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO					 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
DATOS INFORMATIVOS:							
NOMBRE DE TESIS:	Mostacero León, Gilver Alex André						
CANTERA :	Huanchaco						
ENSAYO:	Resistencia a la compresión						
NORMA:	NTP 339.034 - ASTM C39						
DATOS ESPECIFICOS:					FÓRMULA:		
TAMAÑO DE AGREGADO	1/2" - 3/4" - 3/8"				$\sigma = \frac{F}{A}$		
N° DE PROBETAS	3 probetas por tamaño de agregado						
N° DIAS DE CURADO	7 DÍAS						
TAMAÑO DE PROBETAS	4" X 8"						
Tamaño de Agregado	Cod. De Espécimen	Diámetro	Carga Máxima (Kg)		Sección (cm ²) - A	Resistencia a 7 días	Resistencia promedio
			(kN)	(kg) - F			
3/8"	MG1-3/8	9.64	56.94	5,806.00	72.99	79.55	74.17
	MG2-3/8	9.68	53.28	5,433.00	76.59	76.82	
	MG3-3/8	9.7	50.07	5,106.00	73.85	69.14	
1/2"	MG1-1/2	9	45.2	4,609.00	63.62	72.45	67.31
	MG2-1/2	9.26	44.06	4,493.00	67.3	66.76	
	MG3-1/2	8.97	38.84	3,961.00	63.15	62.73	
3/4"	MG1-3/4	9.33	33.67	3,433.00	68.42	50.18	46.57
	MG2-3/4	9.03	32.46	3,310.00	64.09	51.65	
	MG3-3/4	9.1	24.17	2,465.00	65.04	37.9	



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°64: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Resistencia a la Compresión a 7 días.

Anexo 1.14: Guía de Observación: Resistencia a la Compresión.


GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO					 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		
DATOS INFORMATIVOS:							
NOMBRE DE TESIS:		Mostacero león, Gilver Alex André					
CANTERA :		Huanchaco					
ENSAYO:		Resistencia a la compresión					
NORMA:		NTP 339.034 - ASTM C39					
DATOS ESPECIFICOS:					FÓRMULA:		
TAMAÑO DE AGREGADO		1/2" - 3/4" - 3/8"			$\sigma = \frac{F}{A}$		
N° DE PROBETAS		3 probetas por tamaño de agregado					
N° DIAS DE CURADO		28 DÍAS					
TAMAÑO DE PROBETAS		4" X 8"					
Tamaño de Agregado	Cod. De Espécimen	Diámetro	Carga Máxima (Kg)		Sección (cm ²) - A	Resistencia a 7 días	Resistencia promedio
			(kN)	(kg) - F			
3/8"	MG1-3/8	9.8	87.94	8,967.00	60.82	147.43	120.52
	MG2-3/8	9.09	76.17	7,767.00	64.94	119.6	
	MG3-3/8	9.03	59.41	6,058.00	64.09	94.52	
1/2"	MG1-1/2	9.83	74.09	7,555.00	75.94	99.48	87.45
	MG2-1/2	9.84	64.5	6,577.00	76.05	86.49	
	MG3-1/2	9.77	56.15	5,726.00	74.97	76.38	
3/4"	MG1-3/4	9.85	58.71	5,987.00	76.2	78.57	56.27
	MG2-3/4	9.91	34.8	3,549.00	77.08	46.57	
	MG3-3/4	9.57	25.03	2,552.00	57.73	44.21	



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°65: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Resistencia a la Compresión a 28 días.

Anexo 1.15: Guía de Observación: Permeabilidad.

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO															
DATOS INFORMATIVOS:															
NOMBRE DE TESIS:		Mostacero león, Gilver Alex André													
CANTERA :		Milagro													
ENSAYO:		Permeabilidad del concreto													
NORMA:		RECOMENDACIÓN DE LA ACI 522 R - 10													
DATOS ESPECIFICOS:										FÓRMULA:					
TAMAÑO DE AGREGADO		1/2" - 3/4" - 3/8"													
N° DE PROBETAS		3 probetas por tamaño de agregado													
N° DIAS DE CURADO		28 DÍAS													
$K = \frac{aL}{At} * Ln\left(\frac{h_2}{h_1}\right)$															
Tamaño de Agregado	Espécimen	Long. De Probeta (L)	Diámetro	Radio	Área de muestra (A)	Área de Tubería de Carga (a)	Columna de Agua (h1)	Altura de salida de Tub. (h2)	Tiempo (t)	a/A	L/t	ln(h1/h2)	Coef. K	Permeabilidad Prom.	
3/8"	PM1	15.90	9.85	4.93	76.20	10.16	29.00	1.00	31.40	0.133	0.506	3.37	0.23	0.22	
	PM2	15.50	9.70	4.85	73.90	10.16	29.00	1.00	30.85	0.137	0.502	3.37	0.23		
	PM3	15.40	9.92	4.96	77.29	10.16	29.00	1.00	31.81	0.131	0.484	3.37	0.21		
1/2"	PM1	16.20	9.95	4.98	77.76	10.16	29.00	1.00	21.94	0.131	0.738	3.37	0.32	0.31	
	PM2	16.00	10.03	5.02	79.01	10.16	29.00	1.00	27.44	0.129	0.583	3.37	0.25		
	PM3	15.90	9.76	4.88	74.82	10.16	29.00	1.00	20.98	0.136	0.758	3.37	0.35		
3/4"	PM1	16.10	9.57	4.79	71.93	10.16	29.00	1.00	12.45	0.141	1.293	3.37	0.62	0.61	
	PM2	15.95	9.46	4.73	70.29	10.16	29.00	1.00	13.58	0.145	1.175	3.37	0.57		
	PM3	16.07	9.80	4.90	75.43	10.16	29.00	1.00	11.20	0.135	1.435	3.37	0.65		



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°66: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Permeabilidad a 28 días.

Anexo 1.16: Guía de Observación: Permeabilidad.

GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO														
DATOS INFORMATIVOS:														
NOMBRE DE TESISTA:		Mostacero León, Gilver Alex André												
CANTERA :		Huanchaco												
ENSAYO:		Permeabilidad del concreto												
NORMA:		RECOMENDACIÓN DE LA ACI 522 R - 10												
DATOS ESPECÍFICOS:										FÓRMULA:				
TAMAÑO DE AGREGADO		1/2" - 3/4" - 3/8"												
N° DE PROBETAS		3 probetas por tamaño de agregado												
N° DIAS DE CURADO		28 DÍAS												
$K = \frac{aL}{At} * \ln\left(\frac{h_2}{h_1}\right)$														
Tamaño de Agregado	Espécimen	Long. De Probeta (L)	Diámetro	Radio	Área de muestra (A)	Área de Tubería de Carga (a)	Columna de Agua (h1)	Altura de salida de Tub. (h2)	Tiempo (t)	a/A	L/t	ln(h1/h2)	Coef. K	Permeabilidad Prom.
3/8"	PM1	15.65	9.96	4.98	77.91	10.16	29.00	1.00	33.85	0.130	0.462	3.37	0.20	0.20
	PM2	14.48	10.05	5.03	79.33	10.16	29.00	1.00	32.20	0.128	0.450	3.37	0.19	
	PM3	15.75	10.01	5.01	78.70	10.16	29.00	1.00	33.75	0.129	0.467	3.37	0.20	
1/2"	PM1	15.85	9.87	4.94	76.51	10.16	29.00	1.00	23.93	0.133	0.662	3.37	0.30	0.28
	PM2	15.65	9.75	4.88	74.66	10.16	29.00	1.00	28.95	0.136	0.541	3.37	0.25	
	PM3	15.50	9.96	4.98	77.91	10.16	29.00	1.00	22.16	0.130	0.699	3.37	0.31	
3/4"	PM1	16.05	10.02	5.01	78.85	10.16	29.00	1.00	14.62	0.129	1.098	3.37	0.48	0.51
	PM2	16.10	9.92	4.96	77.29	10.16	29.00	1.00	13.85	0.131	1.162	3.37	0.51	
	PM3	15.98	9.90	4.95	76.98	10.16	29.00	1.00	12.98	0.132	1.231	3.37	0.55	




 Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
 ASESOR DE TESIS

Tabla N°67: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera de Huanchaco, ensayo: Permeabilidad a 28 días.

Anexo 1.17: Guía de Observación: Velocidad de Infiltración.


GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO										
										
DATOS INFORMATIVOS:										
NOMBRE DE TESIS:		Mostacero León, Gilver Alex André								
CANTERA :		Milagro								
ENSAYO:		Velocidad de Infiltración								
NORMA:		ASTM C 1701								
DATOS ESPECIFICOS:							FÓRMULA:			
TAMAÑO DE AGREGADO		1/2" - 3/4" - 3/8"					$I = \frac{kP}{D^2 * t}$			
N° DE PROBETAS		1 probeta por tamaño de agregado								
N° DIAS DE CURADO		28 días								
Tamaño de Agregado	Número de Pruebas	Tiempo (s)	Tiempo Prom. (s)	Tiempo Prom. (min)	Tiempo Prom. (h)	Volumen de Agua (L)	Coefficiente K	Diámetro de Anillo (mm)	Vel. De Infiltración (mm/s)	Vel. De Infiltración (mm/h)
3/8"	1	34.18	32.81	0.55	0.00911389	1.00	4583666000.00	250.00	2,235.25	8,046,911.35
	2	31.72				1.00	4583666000.00	250.00		
	3	32.53				1.00	4583666000.00	250.00		
1/2"	1	28.85	28.076	0.47	0.00782407	1.00	4583666000.00	250.00	2,612.19	9,373,461.59
	2	27.21				1.00	4583666000.00	250.00		
	3	28.17				1.00	4583666000.00	250.00		
3/4"	1	20.41	21.46	0.36	0.00679444	1.00	4583666000.00	250.00	3,417.46	10,793,922.09
	2	21.51				1.00	4583666000.00	250.00		
	3	22.46				1.00	4583666000.00	250.00		



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°68: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Velocidad de Infiltración a 28 días.

Anexo 1.18: Guía de Observación: Velocidad de Infiltración.

<div style="text-align: center;">  UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE </div>										
GUIA DE OBSERVACIÓN DEL CONCRETO										
DATOS INFORMATIVOS:										
NOMBRE DE TESIS:		Mostacero León, Gilver Alex André								
CANTERA :		Huanchaco								
ENSAYO:		Velocidad de Infiltración								
NORMA:		ASTM C 1701								
DATOS ESPECIFICOS:							FÓRMULA:			
TAMAÑO DE AGREGADO		1/2" - 3/4" - 3/8"					$I = \frac{kP}{D^2 * t}$			
N° DE PROBETAS		1 probeta por tamaño de agregado								
N° DIAS DE CURADO		28 días								
Tamaño de Agregado	Número de Pruebas	Tiempo (s)	Tiempo Prom. (s)	Tiempo Prom. (min)	Tiempo Prom. (h)	Volumen de Agua (L)	Coficiente K	Diámetro de Anillo (mm)	Vel. De Infiltración (mm/s)	Vel. De Infiltración (mm/h)
3/8"	1	33.37	34.50	0.57	0.00958241	1.00	4583666000.00	250.00	2,125.96	7,653,468.79
	2	34.32				1.00	4583666000.00	250.00		
	3	35.8				1.00	4583666000.00	250.00		
1/2"	1	28.31	28.58	0.48	0.00793796	1.00	4583666000.00	250.00	2,566.38	9,238,976.84
	2	27.89				1.00	4583666000.00	250.00		
	3	29.53				1.00	4583666000.00	250.00		
3/4"	1	21.86	22.68	0.38	0.00630083	1.00	4583666000.00	250.00	3,233.15	11,639,516.95
	2	22.57				1.00	4583666000.00	250.00		
	3	23.62				1.00	4583666000.00	250.00		



Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR DE TESIS

Tabla N°69: Guía de Observación del concreto elaborado con agregado de la cantera del Milagro, ensayo: Velocidad de Infiltración a 28 días.

Anexo 2: Panel Fotográfico.

Anexo 2.1: Cantera Huanchaco.



Imagen N°05: Visita a la cantera de Huanchaco para poder extraer el agregado.

Anexo 2.2: Cantera del Milagro.



Imagen N°06: Visita y extracción de agregado de la cantera de del Milagro.

Anexo 2.3: Ensayo de contenido de humedad del agregado.



Imagen N°07: Pesando la muestra en estado natural, para realizar el ensayo de contenido de humedad.

Anexo 2.4: Ensayo de contenido de humedad.



Imagen N°08: Retiro de la muestra del horno, la cual estuvo dentro por un tiempo promedio de 24 horas.

Anexo 2.5: Ensayo de peso específico y absorción del agregado.



Imagen N°09: Lavado de la muestra, para proceder con el ensayo.

Anexo 2.6: Ensayo de peso específico y absorción del agregado.



Imagen N°10: Material sumergido en agua por un periodo de tiempo de 24 horas.

Anexo 2.7: Ensayo de peso específico y absorción del agregado.



Imagen N°11: Colocando el agregado en la malla metálica para obtener el peso sumergido.

Anexo 2.8: Ensayo de peso volumétrico suelto y compactado.



Imagen N°12: Peso del molde para proceder con el ensayo.

Anexo 2.9: Ensayo de peso volumétrico suelto y compactado.



Imagen N°13: Realizando el vaciado del agregado en el recipiente, sin compactar.

Anexo 2.10: Ensayo de peso volumétrico suelto y compactado.



Imagen N°14: Realizando la compactación del agregado con la varilla.

Anexo 2.11: Ensayo de granulometría.



Imagen N°15: Realizando el tamizado del agregado.

Anexo 2.12: Ensayo de granulometría.



Imagen N°16: Material retenido en cada malla.

Anexo 2.13: Ensayo de granulometría.



Imagen N°17: Material retenido en cada malla.

Anexo 2.13: Preparación de mezcla.



Imagen N°18: Preparación de mezcla en trompo.

Anexo 2.14: Preparación de mezcla.



Imagen N°19: Mezcla en estado fresco, agregado de 1/2".

Anexo 2.14: Elaboración de probetas.



Imagen N°20: Mezcla en estado fresco, agregado de 3/8".

Anexo 2.15: Ensayo de asentamiento.



Imagen N°21: Midiendo el asentamiento del concreto.

Anexo 2.16: Ensayo de asentamiento.



Imagen N°22: Medida del asentamiento en estado fresco.

Anexo 2.17: Elaboración de probetas.



Imagen N°23: Elaboración de probetas Cilíndricas y rectangulares.

Anexo 2.18: Elaboración de probetas.



Imagen N°24: Elaboración de probetas rectangular, para el ensayo de infiltración.

Anexo 2.19: Elaboración de probetas.



Imagen N°25: Elaboración de probetas cilíndrica para el ensayo de permeabilidad.

Anexo 2.20: Elaboración de probetas.



Imagen N°26: Elaboración de probetas cilíndrica para el ensayo de compresión.

Anexo 2.21: Desencofrado de probetas.



Imagen N°27: Desencofrado de probetas cilíndricas.

Anexo 2.21: Desencofrado de probetas.



Imagen N°28: Desencofrado de probetas rectangulares.

Anexo 2.22: Curado de probetas.



Imagen N°29: Colocación de probetas cilíndricas en la poza de curado.

Anexo 2.23: Curado de probetas.



Imagen N°30: Curado de las probetas rectangulares con papel fill, para el ensayo de infiltración.

Anexo 2.24: Retirado de probetas de la poza de curado.



Imagen N°31: Probetas listas para ser ensayadas a compresión.

Anexo 2.25: Retirado de probetas de la poza de curado.



Imagen N°32: Realizando la medida del largo de las probetas con vernier.

Anexo 2.26: Retirado de probetas de la poza de curado.



Imagen N°33: Realizando la medida del diámetro de las probetas con vernier.

Anexo 2.27: Ensayo de resistencia a la compresión.



Imagen N°34: Realizando el ensayo de resistencia a la compresión en la compresora hidráulica.

Anexo 2.28: Ensayo de resistencia a la compresión.



Imagen N°35: Falla de la probeta.

Anexo 2.29: Ensayo de resistencia a la compresión.



Imagen N°36: Falla de la probeta, elaborada con agregado de ½".

Anexo 2.29: Ensayo de resistencia a la compresión.



Imagen N°37: Falla de la probeta, elaborada con agregado de 3/4".

Anexo 2.30: Ensayo de resistencia a la compresión.



Imagen N°38: Realizando el ensayo de resistencia a la compresión con la inspección del ingeniero asesor de tesis.

Anexo 2.31: Ensayo de resistencia a la compresión.



Imagen N°39: Realizando el ensayo de resistencia a la compresión.

Anexo 2.32: Ensayo de permeabilidad.



Imagen N°40: Realizando el ensayó de permeabilidad y midiendo el nivel de agua.

Anexo 2.33: Ensayo de permeabilidad.



Imagen N°41: Punto de salida de agua del permeámetro.

Anexo 2.34: Test de infiltración.



Imagen N°42: Realizando ensayo de infiltración a probeta rectangular elaborada con agregado de ¾".

Anexo 2.35: Test de infiltración.



Imagen N°43: Realizando ensayo de infiltración a probeta rectangular elaborada con agregado de 3/8".

Anexo 2.35: Test de infiltración.



Imagen N°43: Realizando ensayo de infiltración a probeta rectangular elaborada con agregado de 3/4".

Anexo 3: Permisos y fichas técnicas.

Anexo 3.1: Ficha técnica de Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

NORMA TÉCNICA	NTP 339.185
PERUANA	2013
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145	
	Lima, Perú
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado	
CONCRETE. Standard test method for total evaporable moisture content of aggregate by drying	
Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la norma ASTM C 566-13 Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International.	
2013-08-07 2ª Edición	
 PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL	
R.0054-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2013-08-24	Precio basado en 08 páginas
LC.S.: 91.100.30	ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptor: Agregados, secado, contenido de humedad	
	© ASTM 2013 - © INDECOPI 2013

Anexo 3.2: Ficha técnica Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 400.012
2013**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

**AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado
fino, grueso y global**

AGGREGATES. Standard test method for sieve analysis of fine, coarse and global aggregates

**2013-01-16
3ª Edición**

R.0006-2013/CNB-INDECOPI Publicada el 2013-02-01 Precio basado en 15 páginas
LC.S.: 91.100.30 ESTÁ NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptores: agregado, agregado grueso, agregado fino, serie, gradación, análisis por tamizado, análisis
granulométrico

© INDECOPI 2013

Anexo 3.3: Ficha técnica de Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad y los vacíos en los agregados.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 400.017 2011
----------------------------------	-----------------------------

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI
Calle De la Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

**AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para
determinar la masa por unidad de volumen o densidad
("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados**

AGGREGATE. Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 29/C29M-2009 Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2011-02-02
3ª Edición

R.0002-2011/ CNB- INDECOPI. Publicada el 2011-03-12 Precio basado en 14 páginas
I.C.S.: 91.100.30 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptor: Agregados, densidad de masa, agregado grueso, densidad, agregado fino, peso unitario,
vacíos en agregados

Anexo 3.4: Ficha técnica de Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

NORMA TÉCNICA **NTP 400.021**
PERUANA **2013**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 **Lima, Perú**

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

AGGREGATES. Standard test method Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of coarse Aggregate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 127-2012 Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2013-12-26
3ª Edición

R.0113-2013/CNB-INDECOPI Publicada el 2014-01-16 Precio basado en 17 páginas
I.C.S.: 91.100.30 **ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**
Descriptor: absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, densidad, agregado fino; densidad relativa, gravedad específica

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013

Anexo 3.5: Ficha técnica de Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 339.034 2015
Dirección de Normalización - INACAL Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)	Lima, Perú
 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas	
Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens	
Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 39/C 39M:2015 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International	
2015-12-22 4ª Edición	
R.N°015-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-31	Precio basado en 19 páginas
I.C.S.: 91.100.30	ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptor: Hormigón, concreto, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas	
© ASTM 2015 - © INACAL 2015	