



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**

**MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA DE EDIFICACIÓN**

**“TRABAJO DE TITULACIÓN EXAMEN COMPLEXIVO”**

**PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE**

**MAGÍSTER EN TECNOLOGÍA DE EDIFICACIÓN**

**“APLICACIÓN DE LA NORMA NTE INEN 2536:2010 EN LA  
SELECCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN MANTA”**

**AUTOR: ERIKA DENNISSE SALDARRIAGA VELASCO.**

**TUTOR: HÉCTOR DANILO HUGO ULLAURI.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**AGOSTO 2016**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO ESTUDIO DE CASO EXAMEN COMPLEXIVO

**TÍTULO:**

“APLICACIÓN DE LA NORMA NTE INEN 2536:2010 EN LA SELECCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN MANTA”

**AUTOR/ES:**

Arq. Erika Dennisse Saldarriaga Velasco.

**REVISORES:**

Ing. Jesús Echavarría

**INSTITUCIÓN:** Universidad de Guayaquil.

**FACULTAD:** Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

**PROGRAMA:** Maestría en Tecnologías de Edificación.

**FECHA DE PUBLICACIÓN:****NO. DE PÁGS.:**

**ÁREA TEMÁTICA:** Tecnología de Edificación

**PALABRAS CLAVES:** Arenas, Agregados finos, Resistencia a la compresión, mortero de pega.

**RESUMEN:**

El estudio de caso analiza los agregados finos utilizados para el mortero de pega en la ciudad de Manta y el cumplimiento de la norma NTE INEN 2536:2010. Las características de las diferentes arenas que se comercializan en la ciudad, elaborando mortero de pega con la misma dosificación 1:3 utilizada en obra para ensayar cada mortero obtenido mediante las pruebas de resistencia a la compresión.

El final de este caso llega a un análisis de los resultados obtenidos y establece la afectación a la resistencia de compresión basado en la caracterización de las arenas estudiadas.

<b>N° DE REGISTRO(en base de datos):</b>	<b>N° DE CLASIFICACIÓN:</b> N°	
<b>DIRECCIÓN URL (estudio de caso en la web)</b>		
<b>ADJUNTO URL (estudio de caso en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SÍ</b> <input type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTORES/ES:</b>	<b>Teléfono:</b>	<b>E-mail:</b>
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b>	
	<b>Teléfono:</b>	

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del estudiante Erika Dennisse Saldarriaga Velasco, del Programa de Maestría/Especialidad Tecnología de Edificación, nombrado por el Decano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, CERTIFICO: que el estudio de caso del examen complejo titulado “APLICACIÓN DE LA NORMA NTE INEN 2536:2010 EN LA SELECCIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN MANTA”, en opción al grado académico de Magíster (Especialista) en Tecnología de Edificación, cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que establece el Reglamento aprobado para tal efecto.

Atentamente,

**Arq. Héctor Danilo Hugo Ullauri, MSc.**

**TUTOR**

Guayaquil, agosto de 2016

## **DEDICATORIA**

A mi Esposo y Familia por su apoyo  
incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Por tanta paciencia, por la pérdida de tantos años, por las metas cumplidas, por todo lo aprendido, por el camino recorrido, y los amigos ganados.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

---

**FIRMA**

**ARQ. ERIKA DENNISSE SALDARRIAGA VELASCO**

## **ABREVIATURAS**

**NTE:** Norma Técnica Ecuatoriana

**INEN:** Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización.

**NEC:** Norma Ecuatoriana de la Construcción.

**NEC-SE-MP:** Norma Ecuatoriana de la Construcción. Mampostería Estructural.

**MF:** Módulo de Finura

## TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DECLARACIÓN EXPRESA.....	vii
ABREVIATURAS .....	viii
TABLA DE CONTENIDOS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
Desarrollo .....	4
1 Marco Teórico .....	4
1.1 Teorías Generales.....	4
1.2 Teorías Sustantivas .....	10
1.3 Referentes Empíricos.....	11
2 Marco metodológico.....	14
2.1 Metodología: .....	14
2.2 Método de estudio de casos. ....	15

2.3	Premisa.....	15
2.4	Cuadro de categorías, dimensiones, instrumentos y unidades de análisis (CDIU).....	16
2.5	Descripción de las unidades de análisis.....	16
2.6	Gestión de datos.....	17
	Criterios éticos de la investigación.....	17
3	Resultados.....	18
3.1	Antecedentes de la unidad de análisis.....	18
3.2	Presentación de los resultados.....	21
4	Discusión.....	39
4.1	Contrastación empírica.....	39
4.2	Líneas de investigación.....	39
4.3	Aspectos novedosos del estudio de caso.....	40
5	Propuesta.....	41
	Conclusiones y recomendaciones.....	41
6	Bibliografía.....	45
	ANEXOS.....	46
	ANEXOS Uno: Árbol de problemas.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Fisuramiento de mortero, y desprendimiento. ....	12
Ilustración 2: Mapa de ubicación de los centros de comercialización de arenas en Manta. ....	18
Ilustración 3: Proceso de obtención de la granulometría de las arenas. ....	21
Ilustración 4: Curva Granulométrica Río Toachi. ....	22
Ilustración 5: Curva Granulométrica Río Chancay. ....	23
Ilustración 6: Curva Granulométrica Playa San José. ....	24
Ilustración 7: Curva Granulométrica Playa Crucita. ....	25
Ilustración 8: Curva Granulométrica Playa San Mateo. ....	26
Ilustración 9: Curva Granulométrica Megarok Arena fina. ....	27
Ilustración 10: Humedad Natural Arena. ....	28
Ilustración 11: Ensayo de Impurezas orgánicas ....	32
Ilustración 12: Impureza orgánica Megarok. ....	
Ilustración 13: Impureza orgánica San Mateo. ....	32
Ilustración 14: Impureza orgánica Playa San José. ....	
Ilustración 15: Ensayo Impureza orgánica Río Toachi. ....	33
Ilustración 16: Impureza orgánica Playa Crucita. ....	
Ilustración 17: Ensayo Impureza orgánica Río Chancay. ....	33
Ilustración 18: Proceso. Prueba de hinchamiento de la arena. ....	34
Ilustración 22: Proceso. Prueba de resistencia a la compresión en mortero de pega. ....	36
Ilustración 23: Gráfica final del agregado fino estudiado. ....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de mortero, dosificación y resistencia mínima a compresión a los 28 días. (Construcción, 2015, págs. 20,21).....	5
Tabla 2: Especificación por dosificación. Requisitos (Normalización I. E., 2010, pág. 4)...	6
Tabla 3: Especificación por propiedades Requisitos <sup>A</sup> . (Normalización I. E., 2010, pág. 5)	6
Tabla 4: Guía para la selección de morteros para mampostería <sup>A</sup> (Construcción, 2015, pág. 19) .....	7
Tabla 5: Guía para la selección de morteros para reparación o acabado <sup>A</sup> . (Construcción, 2015, pág. 21).....	7
Tabla 6: Requisitos físicos normalizados (Normalización I. E., Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 490:2011, 2011) .....	9
Tabla 7: Límites granulométricos del árido para uso en mortero para mampostería. ....	10
Tabla 8: Ficha de levantamiento de información Centros de Venta de materiales. ....	19
Tabla 9: Delimitación de arena a estudiar. ....	19
Tabla 10: Tamaño de la muestra. (Normalización I. E., Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 695:2010, 2010, pág. 4) .....	20
Tabla 11: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Río Toachi .....	22
Tabla 12: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Río Chancay .....	23
Tabla 13: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Playa San José .....	24
Tabla 14: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Playa Crucita .....	25
Tabla 15: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Playa San Mateo. ...	26
Tabla 16: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Megarok Lavada fina	27
Tabla 17: Valores del ensayo de densidad Río Toachi.....	28

Tabla 18: Resultados de la muestra de densidad de Río Toachi. ....	29
Tabla 19: Valores del ensayo de densidad Río Chancay. ....	29
Tabla 20: Resultados de la muestra de densidad de Río Chancay. ....	29
Tabla 21: Valores del ensayo de densidad Playa San José. ....	30
Tabla 22: Resultados de la muestra de densidad de Playa San José. ....	30
Tabla 23: Valores del ensayo de densidad Playa Crucita. ....	30
Tabla 24: Resultados de la muestra de densidad de Playa Crucita. ....	30
Tabla 25: Valores del ensayo de densidad Playa San Mateo. ....	31
Tabla 26: Resultados de la muestra de densidad de Playa San Mateo. ....	31
Tabla 27: Valores del ensayo de densidad Megarok Arena lavada fina. ....	31
Tabla 28: Resultados de la muestra de densidad de Megarok Arena lavada fina ....	31
Tabla 29: Porcentaje de hinchamiento arena Río Toachi. ....	34
Tabla 30: Porcentaje de hinchamiento arena Río Chancay ....	35
Tabla 31: Porcentaje de hinchamiento arena Playa San José. ....	35
Tabla 32: Porcentaje de hinchamiento arena Playa Crucita. ....	35
Tabla 33: Porcentaje de hinchamiento arena Playa San Mateo. ....	35
Tabla 34: Porcentaje de hinchamiento arena Playa San Mateo. ....	35
Tabla 35: Resistencia a la compresión Río Chancay. ....	37
Tabla 36: Resistencia a la compresión Río Toachi. ....	37
Tabla 37: Resistencia a la compresión Playa San Mateo. ....	37
Tabla 38: Resistencia a la compresión Playa San José. ....	37
Tabla 39: Resistencia a la compresión Playa San José. ....	38
Tabla 40: Resistencia a la compresión Megarok Arena Fina Lavada ....	38

Tabla 41: Resistencia a la compresión por propiedades. (Normalización I. E., 2010).....43

Tabla 42: Resistencia aprobada a la compresión de los materiales utilizados. ....43

## RESUMEN

El estudio de caso analiza los agregados finos utilizados para el mortero de pega en la ciudad de Manta y el cumplimiento de la norma NTE INEN 2536:2010. Las características de las diferentes arenas que se comercializan en la ciudad, elaborando mortero de pega con la misma dosificación 1:3 utilizada en obra para ensayar cada mortero obtenido mediante las pruebas de resistencia a la compresión.

El final de este caso llega a un análisis de los resultados obtenidos y establece la afectación a la resistencia de compresión basado en la caracterización de las arenas estudiadas.

*Palabras claves: Arenas, Agregados finos, Resistencia a la compresión, mortero de pega.*

## **ABSTRACT**

The case study analyzes the fine aggregate used for mortar sticking in the city of Manta and compliance with the standard NTE INEN 2536:2010. The characteristics of the different arenas that are sold in the city, preparing mortar sticking with the same dosage 1: 3 work used to test each mortar obtained by testing compressive strength.

The end of this case comes to an analysis of the results obtained and establishes the effect on compressive strength based on the characterization of the sands studied.

**Keywords:** Sand, Fine Aggregates, Compressive Strength, Paste Mortar

## INTRODUCCIÓN

Manta es una ciudad en progreso donde su crecimiento acelerado ha llevado en muchos casos a un desarrollo desordenado en el que no existe conciencia sobre la importancia de seguir los procesos para una buena calidad constructiva. Este crecimiento ha dado lugar a muchas construcciones elaboradas en su mayoría bajo el sistema llamado tradicional de pórticos con paredes en mampostería de bloque o ladrillo, utilizando para la unión y revestimiento de las mismas el mortero de cemento.

En el pasado terremoto del 16 de abril de 2016, se perdieron muchas vidas en la ciudad de Manta, producto en su mayoría por el colapso de las edificaciones en las que se encontraban. Al recorrerla luego de aquel fatídico día, paso a paso solo se encontraban escombros, muchas edificaciones donde sus paredes “explotaron” con el movimiento como cuentan sus habitantes. El poder estar de cerca y presenciar tantas pérdidas humanas como materiales, nos ha puesto en alerta de ¿Cómo estamos realizando nuestras construcciones?, ¿Con qué materiales estamos llevando a cabo nuestros procesos constructivos?, ¿Estamos adquiriendo materiales idóneos para el fin que tendrán?, ¿Cómo podemos ayudar en este paso tan importante?

La falta de buenas prácticas constructivas en la elaboración de morteros ha originado varias patologías en las edificaciones, como agrietamientos, fisuras, pérdidas de resistencia; este a pesar de ser uno de los materiales más usados, pocas veces es estudiado antes de su aplicación. La mezcla utilizada en los morteros es elaborada con cemento normado y agua potable o limpia; pero las arenas, aun comprándolas en un centro de venta de materiales, su procedencia no siempre es

conocida por el comprador o es irrelevante para él por la poca importancia que le dan a la elaboración del mismo, planteando la siguiente interrogante:

Determinar ¿Cómo contribuir al proceso de selección de materiales de construcción utilizados en la Ciudad de Manta a través de la aplicación de la norma NTE INEN 2536:2010 identificado en la mejora de la resistencia a la compresión del mortero de pega?

Lo que nos permite delimitar nuestro estudio de la siguiente forma:

**OBJETO DE ESTUDIO:** Materiales de la Construcción utilizados en la Ciudad de Manta.

**CAMPO DE ESTUDIO:** Agregado Fino (arenas) del mortero de pega orientado en resistencia a la compresión.

### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar diferentes agregados finos utilizados en el mortero de pega en la construcción a partir de la norma NTE INEN 2635:2016 para caracterizar sus propiedades físicas.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Observar el proceso elaboración del mortero de pega utilizado en la construcción de edificaciones en la Ciudad de Manta
- Caracterizar los agregados finos utilizados en los morteros de pega

- Clasificar las variantes de mortero de pega a partir de agregados finos en función a la resistencia a la compresión.

## **NOVEDAD CIENTÍFICA**

Mediante el estudio realizado se conseguirá establecer el cumplimiento de la Norma NTE INEN 2536:2010 para los materiales de construcción en la Ciudad de Manta, se realizará con el material seleccionado para muestra, morteros para establecer la afectación que el uso del agregado fino que se comercializa para este fin tiene sobre la resistencia a la compresión.

## **Desarrollo**

### **1 Marco Teórico**

#### **1.1 Teorías Generales**

##### **Mortero de Pega**

En el estudio del presente trabajo tomaremos como referencias las normas técnicas vigentes en el Ecuador, emitidas por el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (INEN) no define al mortero de pega solo pide el cumplimiento de la norma NTE INEN 0247 haciendo referencia a la ASTM C207; por tanto, para definir nuestro campo de estudio se hace referencia a la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC-SE-MP (2015) donde define al mortero como una “mezcla de conglomerantes inorgánicos, áridos y agua y en algunos casos adiciones y aditivos.” (Construcción, 2015, pág. 9) Al delimitar el mortero a estudiar definiremos el mortero de pega como la mezcla de varios componentes como cemento, arena, agua en distintas proporciones para obtener una masa moldeable que al fraguar se endurece adquiriendo después de un tiempo resistencia a esfuerzos de compresión usado para la adherencia de las unidades de mampostería.

##### **Tipos De Morteros De Pega**

La NEC-SE-MP (2015) en el capítulo 3 “Materiales en la mampostería Estructural” artículo 3.2.1 muestra la tabla para la dosificación de los componentes para el mortero de pega asignándole letras a los tipos de mortero como son M, S N, O:

M: Alta resistencia

S: Mediana Resistencia

N: Uso para mortero de pega paredes exteriores

O: Uso para mortero de pega paredes interiores no portantes.

Tipo de mortero	Resistencia mínima a compresión 28 días (MPa)	Composición en partes por volumen		
		Cemento	Cal	Arena
M20	20.0	1	-	2.5
M15	15.0	1	-	3.0
		1	0.5	4.0
	10.0	1	-	4.0

Tipo de mortero	Resistencia mínima a compresión 28 días (MPa)	Composición en partes por volumen		
		Cemento	Cal	Arena
M10		1	0.5	5.0
M5	5.0	1	-	6.0
		1	1.0	7.0
M2.5	2.5	1	-	7.0
		1	2.0	9.0

*Tabla 1: Tipos de mortero, dosificación y resistencia mínima a compresión a los 28 días. (Construcción, 2015, págs. 20,21)*

Otra de las normas a tomar en cuenta en relación a los morteros, son las del Instituto Ecuatoriano de Normalización quienes en la NTE INEN 2518:2010 clasifica a los morteros de la siguiente forma:

Por dosificación:

Mortero	Tipo	Dosificaciones por volumen (materiales cementantes)							Relación de áridos (medidos en condición húmeda, suelta)	
		Cemento Portland o cemento compuesto	Cemento para mortero			Cemento para mampostería				Cal hidratada o masilla de cal
			M	S	N	M	S	N		
Cemento y cal	M	1	---	---	---	---	---	---	1/4	No menos que 2¼ y no más que 3 veces la suma de los volúmenes separados de materiales cementantes
	S	1	---	---	---	---	---	---	Sobre 1/4 a 1/2	
	N	1	---	---	---	---	---	---	Sobre 1/2 a 1¼	
	0	1	---	---	---	---	---	---	Sobre 1¼ a 2½	
Cemento para mortero	M	1	---	---	1	---	---	---	---	
	M	---	1	---	---	---	---	---	---	
	S	1/2	---	---	1	---	---	---	---	
	S	---	---	1	---	---	---	---	---	
	N	---	---	---	1	---	---	---	---	
	0	---	---	---	1	---	---	---	---	
	M	1	---	---	---	---	---	1	---	

Cemento para mampostería	M	---	---	---	---	1	---	---	---
	S	½	---	---	---	---	---	1	---
	S	---	---	---	---	---	1	---	---
	N	---	---	---	---	---	---	1	---
	0	---	---	---	---	---	---	1	---

NOTA. En el mortero no deben ser combinados dos agentes incorporadores de aire

**Tabla 2: Especificación por dosificación. Requisitos (Normalización I. E., 2010, pág. 4)**

Por propiedades:

Mortero	Tipo	Resistencia promedio a la compresión a 28 días, min, (MPa)	Retención de agua, % min	Contenido de aire, % máx. <sup>B</sup>	Relación de áridos (medidos en condición húmeda, suelta)
Cemento y cal	M	17,2	75	12	No menos que 2¼ y no más que 3½ veces separados de materiales cementantes
	S	12,4	75	12	
	N	5,2	75	14 <sup>C</sup>	
	0	2,4	75	14 <sup>C</sup>	
Cemento para mortero	M	17,2	75	12	
	S	12,4	75	12	
	N	5,2	75	14 <sup>C</sup>	
	0	2,4	75	14 <sup>C</sup>	
Cemento para mampostería	M	17,2	75	18	
	S	12,4	75	18	
	N	5,2	75	20 <sup>D</sup>	
	0	2,4	75	20 <sup>D</sup>	

<sup>A</sup> Únicamente morteros preparados en laboratorio (ver la nota 6).  
<sup>B</sup> Ver la nota 7.  
<sup>C</sup> Cuando el refuerzo estructural está embebido en un mortero de cemento y cal, el contenido máximo de aire debe ser 12%.  
<sup>D</sup> Cuando el refuerzo estructural está embebido en un mortero de cemento con mampostería, el contenido máximo de aire debe ser 18%.

**Tabla 3: Especificación por propiedades Requisitos<sup>A</sup>. (Normalización I. E., 2010, pág. 5)**

Por otra parte, en el Apéndice V, Selección y Uso de Morteros para Unidades de Mampostería; establece varias guías que dan pautas al momento de escoger el mortero según el uso que tendrá.

Ubicación	Segmento de construcción	Tipo de mortero	
		Recomendado	Alternativ
Exterior, por encima del nivel de terreno	Muro portante	N <sup>O</sup> B <sup>N</sup>	S o M N o S
	Muro no portante Antepecho		

Exterior, en o por debajo del nivel de terreno	Muro de cimentación, pared de retención, pozos de inspección, desagües, pavimentos, caminos y patios.	S <sup>C</sup>	M ó N <sup>C</sup>
Interior	Muro portante Tabiques no portantes	N O	S ó M N
Interior o exterior	Reparación o acabado	Ver el Apéndice X	Ver el Apéndice X
<p><sup>A</sup> Esta tabla no es adecuada para morteros de usos especializados, tales como chimeneas, mampostería reforzada y morteros resistentes a los ácidos.</p> <p><sup>B</sup> El mortero tipo O es recomendado para ser usado cuando la mampostería no tiene riesgo de congelación, cuando está saturada o cuando no va a estar sujeta a fuertes vientos o a otras cargas laterales significativas. El mortero tipo N o S debe ser usado en otros casos.</p> <p><sup>C</sup> La mampostería expuesta a condiciones ambientales en una superficie horizontal extremadamente vulnerable a la intemperie. El mortero para dicha mampostería debe ser seleccionado con la debida precaución.</p>			

**Tabla 4: Guía para la selección de morteros para mampostería <sup>A</sup> (Construcción, 2015, pág. 19)**

Esta tabla además hace referencia a su vez a una guía adicional que se describe en el Apéndice X, Mortero para reparación o Acabado.

Ubicación o servicio	Tipo de mortero	
	Recomendado	Alternativo
Interior.	O	K, N
Exterior, por encima del nivel de terreno expuesto de un lado, poca probabilidad de que se congele al saturarse, no sujeto a fuertes vientos u otras cargas laterales significativas.	O	N, K
Exterior, diferente a lo antes indicado.	N	O
<p><sup>A</sup> En algunas aplicaciones, las condiciones estructurales pueden dictar el uso de morteros aparte de los recomendados. Ésta tabla no es utilizable para aplicaciones en pavimentos.</p>		

**Tabla 5: Guía para la selección de morteros para reparación o acabado <sup>A</sup>. (Construcción, 2015, pág. 21)**

Bajo estos parámetros se contrastará los ensayos a realizar; aunque estas tablas están establecidas en esta norma generalmente no son tomadas en cuenta, incluso como adición puntualizan que es una información no obligatoria; la norma citada ha sido extraída y traducida a nuestro idioma de la Norma ASTM C270-12. Debemos regirnos bajos las normas para morteros de pega y no confundirlo con el mortero de hormigón o concreto ni con los parámetros que los rigen; incluso las normas generalizan muchos de los estudios a cualquiera de ellos.

## **Propiedades de los Morteros de Pega**

Las propiedades de los morteros de pega partirán de su estado sea plástico o endurecido. En estado plástico su principal propiedad es la trabajabilidad y la retención de agua, en estado endurecido sus propiedades son la resistencia a la compresión, la adherencia, la durabilidad, la elasticidad; muchas de estas propiedades no poseen normas de medición aprobadas en nuestro país, por esto la resistencia a la compresión es usada como punto primordial para el uso del mortero. La propiedad que analizaremos en este estudio de caso es la resistencia.

## **Resistencia a la Compresión**

La resistencia a la compresión del mortero depende principalmente de la relación agua / cemento, pero depende además de sus otros componentes el agua, el contenido de aire, y el agregado fino. Para el ensayo a la resistencia a la compresión se aplicará la norma NTE INEN 488:2009.

## **Materiales para la elaboración del mortero**

Los requisitos que deben cumplir los materiales a utilizarse en el mortero de pega según NTE INEN 2518:2010 son los siguientes:

Cemento para mortero NTE INEN 2615:2012, hay tres tipos de cemento según la norma que se formulan para este fin, los que son equivalentes a los de los cementos de mampostería de la norma ASTM C91. Este tipo de cemento no es producido en el país, aun así se permite el uso de otros cementos para este propósito en el presente estudio se utilizará el cemento hidráulico compuesto NTE INEN 490:2011. Las características físicas del cemento comprado son:

TIPO DE CEMENTO	NORMA DE ENSAYO APLICABLE	GU
Finura	INEN 196	A
Cambio de longitud por autoclave, % máx.	INEN 200	0,80
Tiempo de fraguado, método Vicat		
Inicial, no menos de, minutos	INEN 158	45
Inicial, no más de, minutos		420
Contenido de Aire	INEN 488195	C
Resistencia a la Compresión, mínimo Mpa		
1 día		---
3 días	INEN 488	13
7 días		20
28 días		28
Calor de hidratación		
7 días, máx., kJ/kg (kcal/kg)	INEN 199	---
28 días, máx., kJ/kg (kcal/kg)		---
Expansión en barra de mortero		
14 días, % máx.	INEN 2529	0.02
Expansión por sulfatos (resistencia a sulfatos)		
6 meses, % máx.	INEN 2503	---
1 año, % máx.		---

**Tabla 6: Requisitos físicos normalizados (Normalización I. E., Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 490:2011, 2011)**

- (A) El porcentaje retenido en el tamiz de 45  $\mu$ m (No. 325) por vía húmeda y el área de la superficie específica determinada en el equipo de permeabilidad al aire en  $m^2/kg$ , ambos deben ser reportados en todos los certificados de resultados por el fabricante.
- (C) Se debe reportar el contenido de aire en todos los certificados de resultados de ensayos requeridos al fabricante. El valor dado en el mortero no garantiza necesariamente que el contenido de aire deseado se obtenga en el hormigón. (Normalización I. E., Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 490:2011, 2011, pág. 6)

Para el agua deberá cumplir con la NTE INEN 2518:2010 6.1.1.3 limpia, libre de impurezas como aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos, u otras sustancias que sean perjudiciales para los morteros o para cualquier metal en la pared.

Para los áridos debemos acogernos a la norma NTE INEN 2536:2010 que será la partida de nuestro análisis en el afán de demostrar la influencia del agregado fino obtenido en la ciudad de Manta en la resistencia del mortero de pega.

## 1.2 Teorías Sustantivas

### Arenas

Las arenas pueden ser obtenidas en forma natural o fabricadas, las arenas en forma natural pueden ser de río o procesadas, por su parte las fabricadas son las conseguidas de la trituración de rocas. Para la utilización de las arenas en la fabricación del mortero deberá cumplir con varias propiedades que se describen a continuación:

### Requisitos de los áridos para mortero.

El presente trabajo analiza el uso del árido fino para mortero utilizado en mampostería y la norma que nos establece los parámetros a seguir es la NTE INEN 2536:2010 que describe los requisitos que debe cumplir el material a utilizarse en la elaboración del mortero de pega. La graduación del árido deberá estar dentro de los siguientes límites:

Tamiz	Porcentaje pasante	
	Arena natural	Arena elaborada
4,75 mm (No. 4)	100	100
2,36 mm (No. 8)	95 a 100	95 a 100
1,18 mm (No. 16)	70 a 100	70 a 100
600 $\mu\text{m}$ (No. 30)	40 a 75	40 a 75
300 $\mu\text{m}$ (No. 50)	10 a 35	20 a 40
150 $\mu\text{m}$ (No. 100)	2 a 15	10 a 25
75 $\mu\text{m}$ (No. 200)	0 a 5	0 a 10

*Tabla 7: Límites granulométricos del árido para uso en mortero para mampostería.*

*(Normalización I. E., Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2536:2010, 2010, pág. 1)*

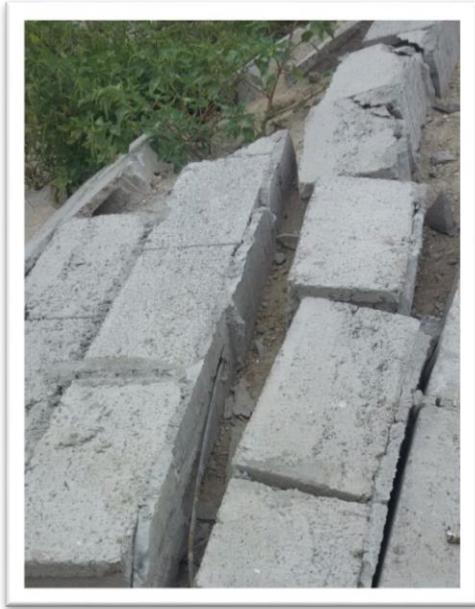
Donde el porcentaje retenido entre dos tamices consecutivos de la tabla citada no podrá ser mayor al 50%, ni más de 25% entre el tamiz 300  $\mu\text{m}$  (No. 50) y el 150  $\mu\text{m}$  (No. 100), de no cumplir con la tabla o el porcentaje máximo retenido se podrá utilizar el árido acogiendo

a la Tabla 3 de las especificaciones por propiedades. La composición solo admitirá como sustancias perjudiciales al 1% de partículas desmenuzables, y el 0.5% de partículas livianas; las impurezas orgánicas deberán cumplir la norma de la NTE INEN 855:2010. La cantidad de absorción de agua en el agregado afecta la relación agua/cemento, se debe analizar este porcentaje de absorción mediante la norma NTE INEN 856:2010.

Cuando se adquieren las arenas para la fabricación de los morteros no se les realiza ninguna clase de estudio, el percatar a simple vista que esté libre de impurezas no es suficiente, por economía y facilidad se toma a la ligera la decisión de que arena adquirir.

### **1.3 Referentes Empíricos**

Al recorrer la Ciudad de Manta y observar las construcciones podemos evidenciar las patologías que sufre el mortero de pega que se utiliza para las construcciones, en el año 2015 se concedieron 736 permisos de construcción de los cuales 398 de las edificaciones declararon que para sus paredes serían de bloque y 317 de ladrillo el porcentaje restante de construcción ligera o paredes portantes. El 97% de las construcciones usarán mortero de pega para la mampostería asumiendo que las demás construcciones no lo necesiten, con éste gran porcentaje de uso del mortero de pega debemos darle la importancia que tiene para las construcciones y el desarrollo de la ciudad. En el trabajo de campo por medio de la observación realizada por medio de las fotografías registramos muestras de las patologías que encontramos en el mortero de pega, éstas se encuentra con facilidad.



*Ilustración 1: Fisuramiento de mortero, y desprendimiento.*

En la búsqueda del estado del arte hemos encontrado estudios similares; estudiando el mortero, sus patologías y sobre el agregado en un estudio semejante para concreto; no hay estudios realizados a los agregados finos (arenas) en la Ciudad de Manta que nos pueda dar la información necesaria para la pregunta de nuestro caso. En el estudio de influencia de los agregados que se realizó en México pero enfocado en la resistencia del concreto; debemos partir de que el mortero y el concreto son similares pero sus usos son distintos y su composición cambia; en el concreto además del agregado fino se cuenta con el agregado grueso; (Uribe 1991) citado por (Cham Yam, Solis Carcaño, & Moreno, 2006) puntualiza para el agregado fino que “hay dos elementos que deben ser considerados, por un lado el módulo de finura (MF), y por el otro la continuidad en los tamaños” dando que para la arena gruesa ( $MF \geq 3.1$ ) disminuye la trabajabilidad y en cambio para la arena fina ( $MF \leq 2.2$ ) se genera un concreto pastoso y contracción por secado, la materia orgánica también es estudiada por causar baja resistencia a la

compresión. Para el uso del mortero se ha elaborado un estudio del mortero de pega usado en Cuenca, donde se propone la mejora de éste utilizando adiciones de cal, en los ensayos realizados al agregado fino (González de la Cadena, 2016) en el ensayo granulométrico “cumple con casi todos los requisitos de la norma, existiendo una pequeña variación en el tamiz número 8 y la diferencia más representativa se da en el tamiz número 50”; para % de hinchamiento de la arena un 36%, % de agua retenida el 9.38%, y el ensayo de impurezas dentro del valor estándar. Lo que le da valores dentro de la norma y que le permite realizar los estudios para el mejoramiento del mortero sin centrarse en la afectación de las arenas en el estudio a realizarse.

Por su parte (Puente Cárdenas, Romo Proaño, & Durán, 2006) en el estudio de Patologías en el mortero se basan en que “otro problema clave se deriva de la calidad de la arena que se utiliza para hacer mezcla del mortero” y recomiendan el control de la procedencia y el estudio de sus características haciendo referencia a las patologías en los enlucidos, pero puntualizando que “la calidad del mortero es muy importante para la integridad de la mampostería, ya que éste es el responsable de garantizar la adherencia y la cohesión entre las unidades” dándole gran importancia al estudio de las arenas para garantizar la calidad del mortero.

## 2 Marco metodológico

### 2.1 Metodología:

El enfoque de este estudio es inferencial en razón de que vamos a experimentar las diferentes variables del agregado fino que se deben analizar a la hora de diseñar un mortero de calidad para las construcciones de la zona y el Ecuador. Con esto determinaremos la calidad de los morteros definidos por las características del agregado utilizado y que se comercializa en la Ciudad de Manta aplicando las normas establecidas en las Normas Técnicas Ecuatorianas "INEN" y Normas Ecuatorianas de la Construcción "NEC".

Para la recolección de datos se utilizaron fichas para establecer la procedencia de las arenas que están a la venta, de este levantamiento de información se obtendrá los bancos de recolección para las muestras de las arenas a las que se le harán pruebas de calidad y se preparará con ellas cubos de morteros para comprobar su resistencia física y así las posibles fallas o falencias en los morteros.

Se crearán tablas de recolección de resultados de los especímenes o muestras testeadas para compararlas e interpretarlas; toda esta información a analizar y recopilar será en base a lo siguiente:

NTE INEN 695:2010 “Áridos. Muestreo”

NTE INEN 2566:2010 “Áridos. Reducción de muestras a tamaño de ensayos”

NTE INEN 2536:2010 “Áridos para uso en morteros para mampostería. Requisitos”.

NTE INEN 696:2011 “Áridos. Análisis Granulométrico en los Áridos, Fino y Grueso.”

NTE INEN 855:2010 “Áridos. Determinación de impurezas orgánicas en el árido fino para hormigón”

NTE INEN 856:2010 Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido fino”

NTE INEN 2615:2012 “Cemento para Mortero. Requisitos”

NTE INEN 490:2011 “Cementos Hidráulicos Compuestos”

NTE INEN 2518:2010 “Morteros para unidades de Mampostería. Requisitos.”

NTE INEN 488:2009 “Cemento Hidráulico. Determinación de la resistencia a la compresión de los morteros en cubos de 50 mm de arista”.

Según el INEN las herramientas a usar, el investigador deberá crear tablas de recolección de resultados de los especímenes o muestras testeadas para compararlas e interpretarlas, así como las tablas de estudio granulométrico de los áridos finos.

## **2.2 Método de estudio de casos.**

El método estudio de caso permiten analizar el agregado fino (arenas) utilizado en el mortero de pega y desarrollar investigaciones cualitativas y empíricas, para conseguir resolver la problemática de los materiales de la construcción y su procedencia que puede o no influenciar en el problema estudiado de una manera científica. Este método nos ayuda con los pasos a seguir de una manera lógica llevando a la investigación a enmarcarse en lo teórico y lo empírico como punto de partida en el camino a desarrollar, creando en el estudio las preguntas científicas que en el tiempo se irán resolviendo y sustentando nuestro trabajo con el estudio de la ciencia.

## **2.3 Premisa.**

El proceso de selección de los materiales de construcción utilizados en Manta no ha llevado un proceso de control que permita asegurar la calidad de sus características. La mejora en la resistencia a la compresión del mortero se puede asegurar mediante la calidad de sus

componentes; en el agregado fino, se garantiza mediante el cumplimiento de la norma NTE INEN 2536:2010.

#### 2.4 Cuadro de categorías, dimensiones, instrumentos y unidades de análisis (CDIU)

CATEGORÍAS	DIMENSIONES	INSTRUMENTOS	UNIDAD DE ANÁLISIS
<b>DISEÑO DEL MORTERO</b>	Dosificación teórica		MORTEROS ELABORADOS CON LAS ARENAS OBTENIDAS
	Importancia en la elaboración de la mezcla	Ficha de pruebas de resistencia de mortero	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL MORTERO.
	Uso de conocimiento técnico		
<b>CALIDAD DEL AGREGADO FINO</b>	Análisis de las características de las arenas.	Ficha granulométrica para el agregado fino.	ARENAS DE LA CIUDAD DE MANTA
		Ficha de cálculo de absorción del árido fino.	
		Fichas de determinación de las impurezas orgánicas en el árido fino.	
		Ficha de Método de agua retenido.	
		Ficha de Hinchamiento de la arena	
	Conocimiento de la procedencia de las arenas.	Ficha de levantamiento de información tipo y procedencia de las arenas en Manta.	CENTRO DE VENTA DE ARENAS EN MANTA

#### 2.5 Descripción de las unidades de análisis

Las unidades de análisis del estudio son las siguientes:

Centro de venta de materiales; se elaboró una ficha delimitando los principales centros de ventas de materiales de la ciudad para obtener una base de datos del lugar de procedencia y tipo de arena que se comercializa para la elaboración del mortero de pega.

De la unidad de análisis anterior se delimita la siguiente unidad de análisis y la base de nuestro estudio el agregado fino para mortero que se definirá en base al estudio previo de la procedencia del material.

Para finalizar nuestros ensayos y poder establecer la baja resistencia a los morteros por la influencia del agregado fino, la unidad de análisis de conclusión serán los cubos de mortero para el ensayo a la resistencia a la compresión.

## **2.6 Gestión de datos**

Para el estudio de éste caso se inició con la recopilación de información y posterior revisión de la bibliografía sobre los morteros y los agregados finos que son parte de su composición, contenido en el marco teórico y que son la base de los demás ensayos a realizar. El inicio de obtención de datos se realizó mediante ficha de registro, en un cuadro que describe el local de adquisición del material, su procedencia y el de mayor venta.

De esta base de datos se estableció la muestra a revisar, éstas arenas fueron analizadas como material componente de la mezcla del mortero. Los demás componentes de la mezcla como son el cemento y el agua fueron igual para todos los ensayos siguientes cumpliendo con el estipulado en la norma en el capítulo de marco teórico INEN 2625 e INEN 2518

Mediante tablas, matriz, gráficos se elaboran los ensayos necesarios para la obtención de la realidad del mortero que se utiliza.

## **Criterios éticos de la investigación**

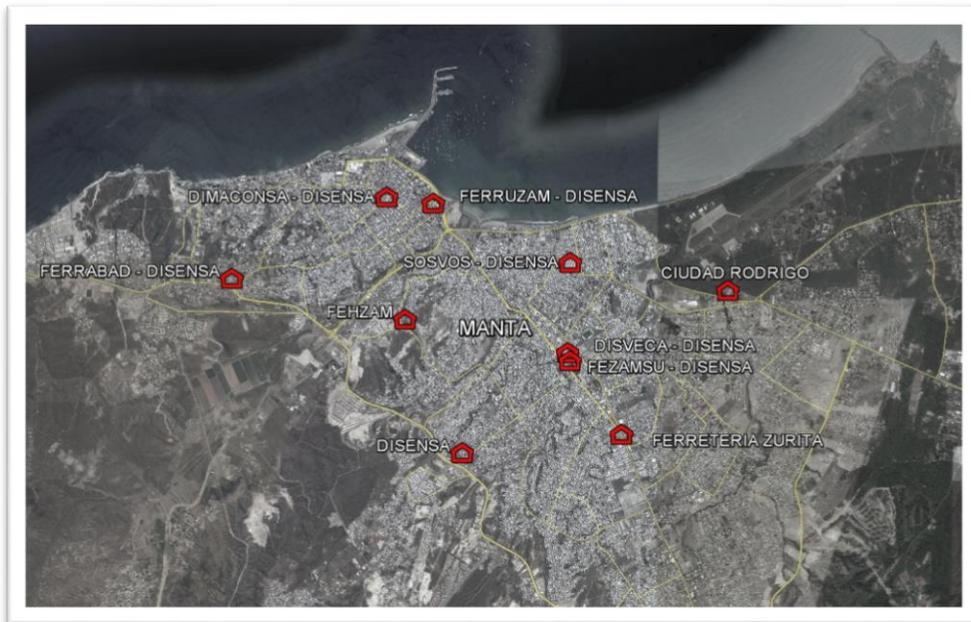
Toda la información necesaria ha sido estudiada y recabada siguiendo un proceso lógico, para la validación se ha tomado como principal fuente las normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización siguiendo sus lineamientos y métodos de ensayo sin alteración de

resultados y mostrando la realidad de la problemática estudiada para tener un criterio veraz de la situación del objeto de estudio en la Ciudad de Manta.

### 3 Resultados

#### 3.1 Antecedentes de la unidad de análisis

Es preocupante observar las distintas construcciones que se realizan en la ciudad de Manta sin mayor control de uno de sus componentes primordiales como lo es el mortero de pega, para su fabricación se utiliza un cemento normado que cumple con las características requeridas, agua potabilizada o en su mayoría agua limpia, pero al momento de escoger el agregado fino se lo hace al azar, por abaratar costos; aun siendo un material económico, la despreocupación tanto del constructor como del centro de venta del mismo, nos lleva a realizar un levantamiento de información en los principales centros de venta de materiales para ir delimitando nuestra unidad de análisis; el mapa a continuación muestra la ubicación de los distintos centros a encuestar:



*Ilustración 2: Mapa de ubicación de los centros de comercialización de arenas en Manta.*

Luego de establecer los centros de estudio se realizó un levantamiento para conocer y delimitar el tipo de agregado fino que ofrecen para la elaboración de mortero y cuál es el de mayor adquisición por el usuario.

ESTABLECIMIENTO	DIRECCIÓN	TIPO DE ARENA	LUGAR DE ADQUISICIÓN
<b>Ciudad Rodrigo</b>	Vía Aeropuerto Manta	Arena de Mar	San Mateo
		Arena de Río	Toachi
<b>Disensa SOSVOS</b>	Calle 119 Los Esteros	Arena de Mar	Crucita
		Arena para hormigón	Cantera Mega Rock- Chorrillo
		Arena lavada fina	Cantera Mega Rock- Chorrillo
<b>Disensa Ferruzam</b>	Calle 9 Av. 6	Arena de Mar	San Mateo
		Arena homogenizada	Cantera Mega Rock- Chorrillo
<b>Disensa Dimaconsa</b>	Calle 14 Av. 17	Arena de Mar	San Mateo
		Arena homogenizada	Cantera Mega Rock- Chorrillo
<b>Disensa Ferrabad</b>	Redondel los Eléctricos	Arena de Mar	Crucita
		Arena homogenizada	Cantera Mega Rock- Chorrillo
<b>Disensa</b>	Calle 309 Av.223	Arena de Mar	San José
		Arena de Río	Chancay
<b>Disensa Fehzam</b>	Vía Interbarrial - 15 de Septiembre	Arena de Mar	Cantera Mega Rock- Chorrillo
		Arena para hormigón	Cantera Mega Rock- Chorrillo
<b>Ferretería Zurita</b>	Vía Manta- Montecristi	Arena de Mar	San José
		Arena Hormigón	Cantera Mega Rock- Chorrillo
		Arena Homogenizada	Cantera Mega Rock- Chorrillo
<b>Disensa Fezamsu</b>	4 de Noviembre - San Pedro	Arena de Hormigón	Cantera Mega Rock- Chorrillo
		Arena Fina Lavada	Cantera Mega Rock- Chorrillo
<b>Disensa Disveca</b>	Ave. 4 de Noviembre paseo Shopping	Arena de Mar	San José
		Arena de Río	Toachi
		Arena homogenizada	Cantera Mega Rock- Chorrillo

**Tabla 8: Ficha de levantamiento de información Centros de Venta de materiales.**

Se delimitó la unidad de análisis a los tipos de arenas y su lugar de adquisición:

Arena de Mar	Arena de Río	Arena de Cantera (Megarok – Chorrillo)
San Mateo	Toachi	Arena Fina lavada
Crucita	Chancay	Arena homogenizada
San José		Arena de Hormigón

**Tabla 9: Delimitación de arena a estudiar.**

Las arenas homogenizadas y para hormigón se han eliminado del análisis, ya que las mismas no son utilizadas para la elaboración de mortero de pega. Pero se las incluyó en la encuesta porque son las ofrecidas por los distribuidores, como un tipo de arena; de las arenas la de mayor adquisición son las arenas de mar por su bajo precio.

Delimitando las unidades de análisis se procede a la obtención de la muestra según la norma (Normalización I. E., Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 695:2010, 2010) para el árido fino el tamaño lo establece la tabla presentada a continuación:

Tamaño del árido <sup>A</sup> mm	Masa mínima de la muestra in situ <sup>B</sup> kg	Volumen mínimo de la muestra in situ, litros
Áridos finos		
2.36	10	8
4.75	10	8
Áridos gruesos		
9.50	10	8
12.50	15	12
19.00	25	20
25.00	50	40
37.50	75	60
50.00	100	80
63.00	125	100
75.00	150	120
90.00	175	140
<p>A Para los áridos procesados, utilizar el tamaño máximo nominal que se indica en la norma respectiva o en la descripción. Si la norma o descripción no indican un tamaño máximo nominal (por ejemplo, una abertura de tamiz que contemple un pasante del 90% al 100%), utilizar el tamaño máximo (la abertura de tamiz que pase el 100%).</p> <p>B Para áridos gruesos y finos combinados (por ejemplo, áridos para bases o sub bases) la masa mínima debe ser la masa mínima del árido grueso más 10 kg.</p>		

**Tabla 10: Tamaño de la muestra. (Normalización I. E., Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 695:2010, 2010, pág. 4)**

Se redujo la muestra para el ensayo aplicando el “Método C. Muestreo de una pila en miniatura” de la norma NTE INEN 2566:2010 (Normalización, 2010), se moldeó con la mano para establecer si mantenía su forma y así determinar si la muestra está saturada superficialmente seca.

### 3.2 Presentación de los resultados

Nuestro estudio de caso se centra en la influencia que tiene los agregados finos en la elaboración del mortero de pega en su resistencia a la compresión, a continuación, se detalla los estudios realizados a las muestras obtenidas para determinar la calidad del agregado estudiado.

#### Granulometría del Agregado Fino

Para el ensayo granulométrico seguimos la norma NTE INEN 696 (ASTM C33) por medio de este ensayo se determinará el tamaño de las partículas del agregado, esto repercute en la dosificación, trabajabilidad, porosidad y contracción del mortero; para el desarrollo de este ensayo se utilizaron los siguientes materiales.

Balanza con una precisión de 0.1g

Tamices 9.5mm., 4.75mm., 2.36mm., 1.18mm., 0.60mm, 0.30mm, 0.15mm, 0.08mm en esa secuencia.

500g. de arena a analizar luego de secarse.

Se seca la muestra a 110°C, se pesa los 500g de arena después acoplamos los tamices se sacude y vamos tomando los valores retenidos de cada tamiz.



*Ilustración 3: Proceso de obtención de la granulometría de las arenas.*

Se ensayó cada una de las muestras escogidas, se calcula el módulo de finura que es la suma del porcentaje que pasa desde el tamiz 4 hasta el 100 y dividido entre 100, y se obtuvieron los siguientes resultados:

RIO TOACHI							
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO						Tamaño: 500 g	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	INEN (ASTM)	
ASTM (#)	INEN (mm)						
3/8 in	9.50	4.11	0.838	0.84	99.16	100	100
4	4.75	12.59	2.566	3.40	96.60	100	- 100
8	2.36	5.41	1.103	4.51	95.49	95	- 100
16	1.18	3.89	0.793	5.30	94.70	70	- 100
30	0.60	17.57	3.582	8.88	91.12	40	- 75
50	0.30	133.91	27.297	36.18	63.82	10	- 35
100	0.15	253.45	51.665	87.84	12.16	2	- 15
200	0.08	39.51	8.054	95.90	4.10	0	- 5
	FONDO	20.12	4.101	100.00	0.00	0	0
	TOTAL	490.56	100.00	ERROR	1.888		
	MODULO DE FINURA		1.461				

Tabla 11: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Río Toachi

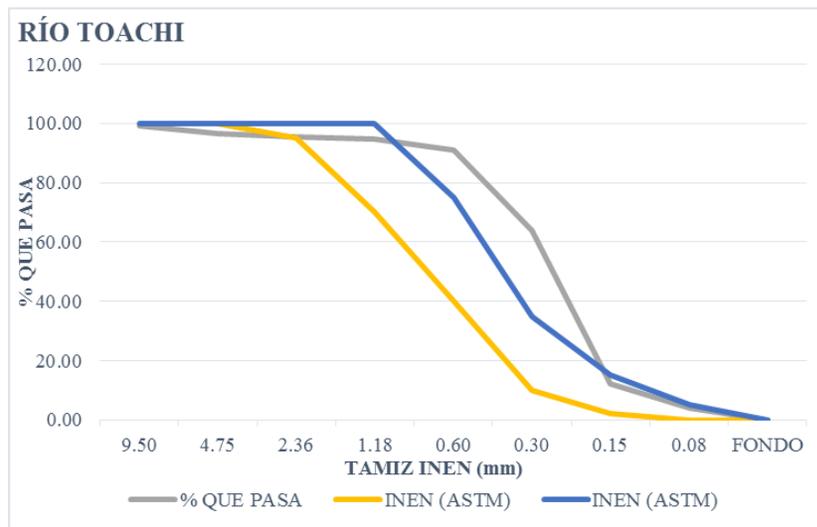


Ilustración 4: Curva Granulométrica Río Toachi.

Se obtiene para ésta muestra un módulo de finura de 1.461, observando en la gráfica que el porcentaje pasante está fuera de los límites de máximo y mínimo de la norma para el agregado fino.

RIO CHANCAY							
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO						Tamaño: 500 g	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	INEN (ASTM)	
ASTM (#)	INEN (mm)						
3/8 in	9.50	12.24	2.454	2.454	97.55	100	100
4	4.75	4.47	0.896	3.350	96.65	100	- 100
8	2.36	32.78	6.571	9.921	90.08	95	- 100
16	1.18	38.7	7.758	17.679	82.32	70	- 100
30	0.60	112.99	22.651	40.330	59.67	40	- 75
50	0.30	203.85	40.865	81.194	18.81	10	- 35
100	0.15	82.86	16.611	97.805	2.20	2	- 15
200	0.08	10.10	2.025	99.830	0.17	0	- 5
	FONDO	0.85	0.170	100.000	0.00	0	0
	TOTAL	498.84	100	ERROR	0.232		
	MODULO DE FINURA		2.503				

Tabla 12: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Río Chancay

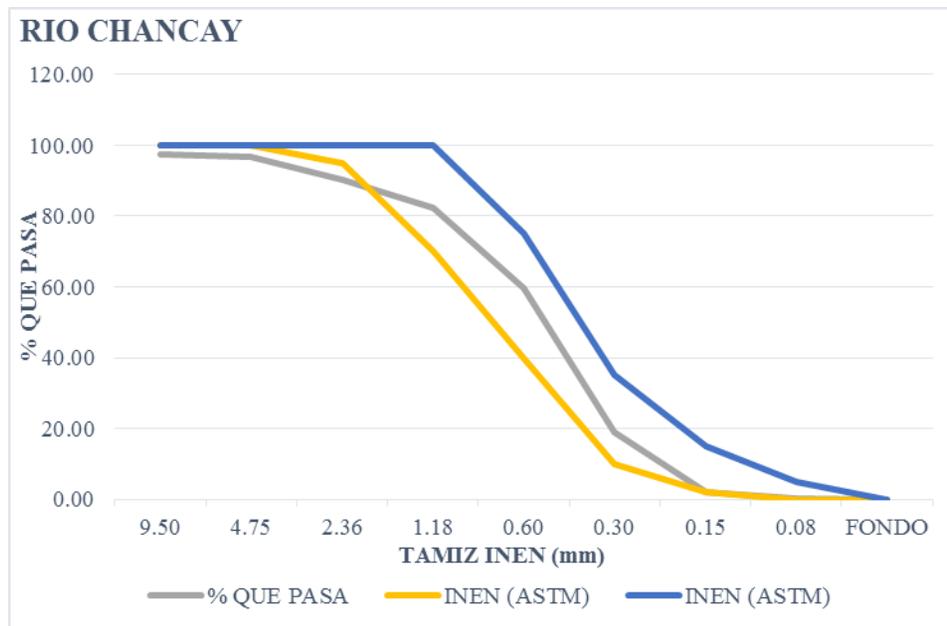


Ilustración 5: Curva Granulométrica Río Chancay.

Se obtiene para ésta muestra un módulo de finura de 2.503, observando en la gráfica que el porcentaje pasante está en su mayoría dentro de los límites de máximo y mínimo de la norma para el agregado fino.

SAN JOSÉ							
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO						Tamaño: 500 g	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	INEN (ASTM)	
ASTM (#)	INEN (mm)						
3/8 in	9.50	0.00	0.000	0.000	100.00	100	100
4	4.75	0.16	0.032	0.032	99.97	100	- 100
8	2.36	0.64	0.130	0.162	99.84	95	- 100
7	1.18	0.48	0.097	0.259	99.74	70	- 100
30	0.60	1.06	0.215	0.474	99.53	40	- 75
50	0.30	7.05	1.427	1.901	98.10	10	- 35
100	0.15	161.08	32.608	34.509	65.49	2	- 15
200	0.08	247.84	50.171	84.680	15.32	0	- 5
	FONDO	75.68	15.320	100.000	0.00	0	0
	TOTAL	493.99	100.00	ERROR	1.202		
	MODULO DE FINURA		0.373				

Tabla 13: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Playa San José

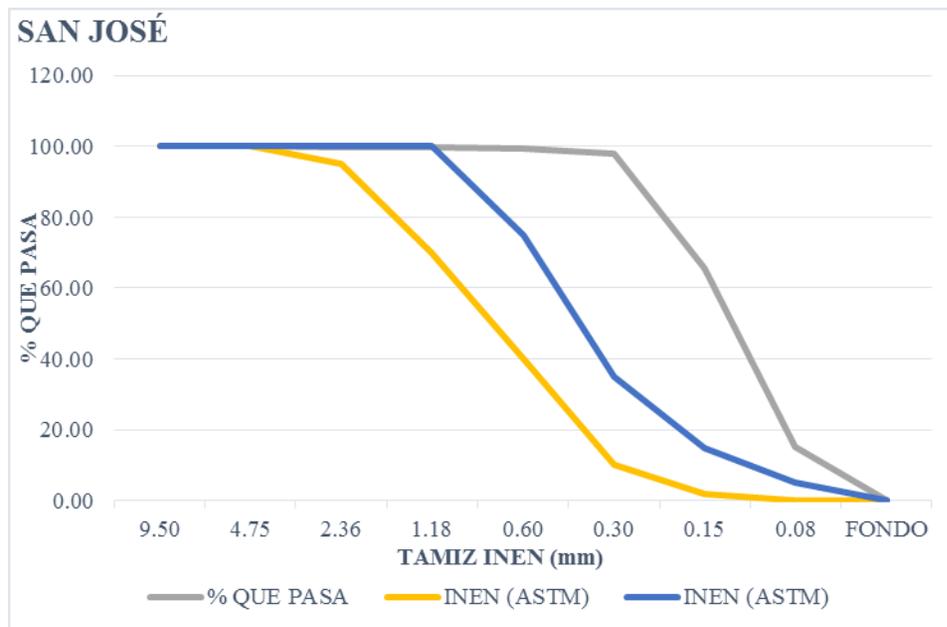


Ilustración 6: Curva Granulométrica Playa San José.

Se obtiene para ésta muestra un módulo de finura de 0.373, observando en la gráfica que el porcentaje pasante está fuera de los límites de máximo y mínimo de la norma para el agregado fino.

CRUCITA							
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO						Tamaño: 500 g	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	INEN (ASTM)	
ASTM (#)	INEN (mm)						
3/8 in	9.50	0.00	0.000	0.000	100.00	100	100
4	4.75	0.21	0.042	0.042	99.96	100	- 100
8	2.36	0.31	0.062	0.105	99.90	95	- 100
16	1.18	0.46	0.093	0.197	99.80	70	- 100
30	0.60	1.83	0.368	0.565	99.43	40	- 75
50	0.30	23.11	4.647	5.212	94.79	10	- 35
100	0.15	216.56	43.548	48.760	51.24	2	- 15
200	0.08	253.96	51.069	99.829	0.17	0	- 5
	FONDO	0.85	0.171	100.000	0.00	0	0
	TOTAL	497.29	100.00	ERROR	0.542		
	MODULO DE FINURA		0.549				

Tabla 14: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Playa Crucita

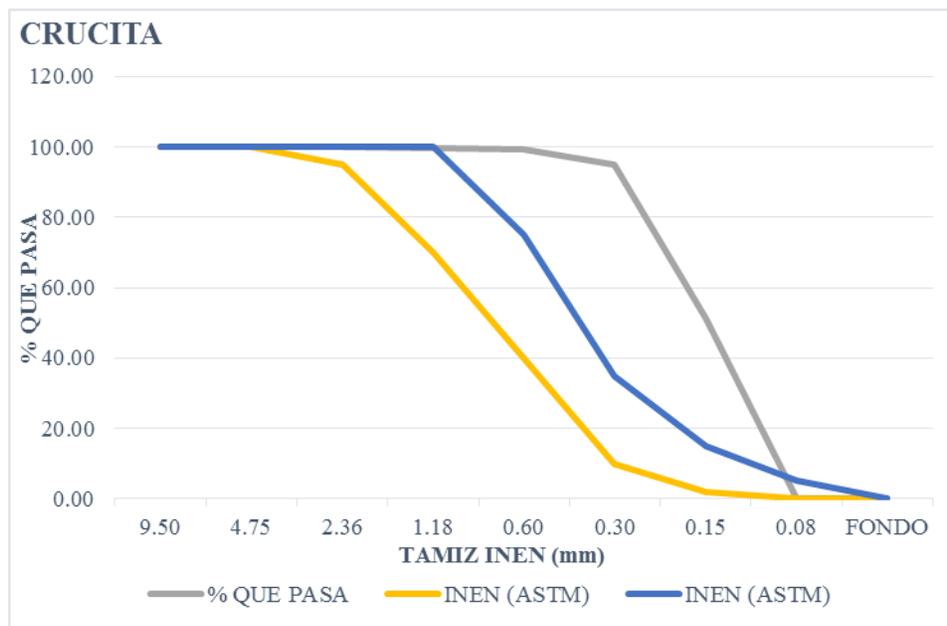


Ilustración 7: Curva Granulométrica Playa Crucita.

Se obtiene para ésta muestra un módulo de finura de 0.549, observando en la gráfica que el porcentaje pasante está fuera de los límites de máximo y mínimo de la norma para el agregado fino.

SAN MATEO							
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO						Tamaño: 500 g	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	INEN (ASTM)	
ASTM (#)	INEN (mm)						
3/8 in	9.50	0.00	0.000	0.000	100.00	100	100
4	4.75	0.00	0.000	0.000	100.00	100	- 100
8	2.36	0.51	0.106	0.106	99.89	95	- 100
16	1.18	0.35	0.073	0.178	99.82	70	- 100
30	0.60	1.12	0.232	0.411	99.59	40	- 75
50	0.30	5.46	1.132	1.543	98.46	10	- 35
100	0.15	199.05	41.271	42.814	57.19	2	- 15
200	0.08	274.96	57.010	99.824	0.18	0	- 5
	FONDO	0.85	0.176	100.000	0.00	0	0
	TOTAL	482.30	100.00	ERROR	3.54		
	MODULO DE FINURA		0.451				

Tabla 15: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Playa San Mateo.

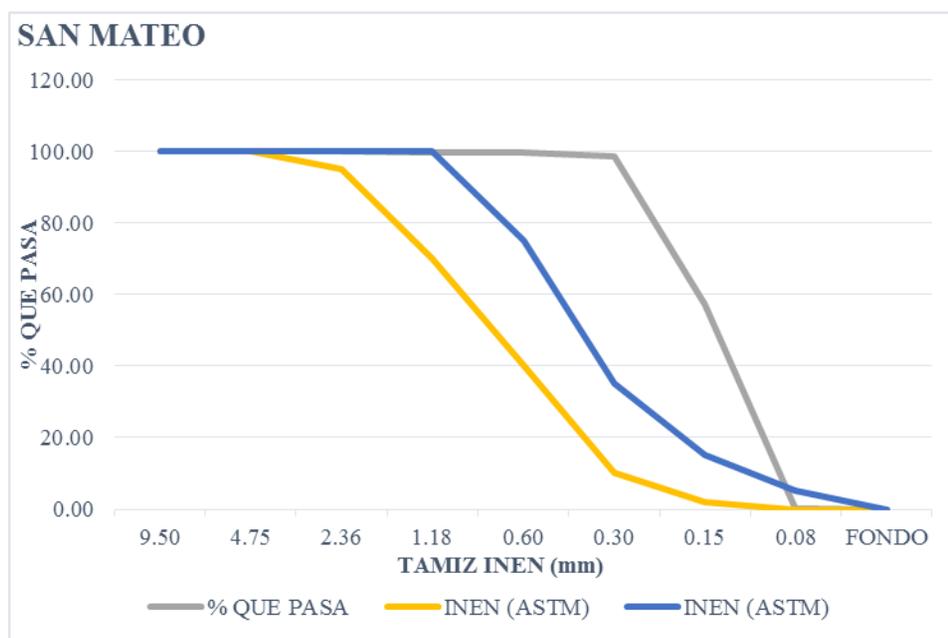


Ilustración 8: Curva Granulométrica Playa San Mateo.

Se obtiene para esta muestra un módulo de finura de 0.451, observando en la gráfica que el porcentaje pasante está fuera de los límites de máximo y mínimo de la norma para el agregado fino.

ARENA MEGAROK							
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO						Tamaño: 500 g	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	INEN (ASTM)	
ASTM (#)	INEN (mm)						
3/8 in	9.50	0.00	0.000	0.000	100.00	100	100
4	4.75	47.92	9.690	9.690	90.31	100	- 100
8	2.36	95.74	19.359	29.049	70.95	95	- 100
16	1.18	78.05	15.782	44.83	55.17	70	- 100
30	0.60	43.12	8.719	53.550	46.45	40	- 75
50	0.30	38.51	7.787	61.34	38.66	10	- 35
100	0.15	134.65	27.227	88.563	11.44	2	- 15
200	0.08	56.32	11.388	99.95	0.05	0	- 5
	FONDO	0.24	0.05	100.00	0.00	0	0
	TOTAL	494.55	100.000	ERROR	1.09		
	MODULO DE FINURA		2.870				

Tabla 16: Resultado del análisis granulométrico y módulo de finura. Megarok

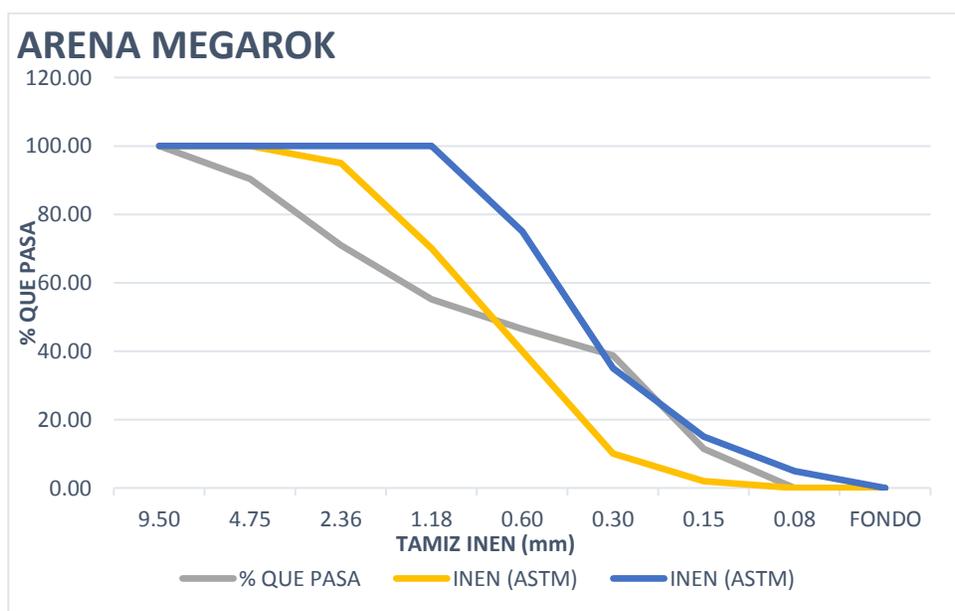


Ilustración 9: Curva Granulométrica Megarok.

Se obtiene para ésta muestra un módulo de finura de 2.87, observando en la gráfica que el porcentaje pasante está fuera de los límites de máximo y mínimo de la norma para el agregado fino.

### Determinación de la absorción del árido fino.

Para este ensayo seguimos la norma NTE INEN 856:2010 por medio de este ensayo se determina la absorción y el porcentaje de agua retenida; para el desarrollo de este ensayo se utilizaron los siguientes materiales.

Balanza con una precisión de 0.1g.

Molde y compactador

Horno; se pesan los moldes sin contenido interior, luego se pesa la muestra en estado

húmedo, se seca la

muestra y se vuelve a

pesar, se determina el

porcentaje de peso del

agua retenida y el porcentaje de absorción en las arenas.



*Ilustración 10: Humedad Natural Arena.*

Mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de absorción} = [(\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}) / \text{Peso seco}] \times 100$$

$$\% \text{ de agua retenida} = [(\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}) / \text{Peso húmedo}] \times 100$$

Obteniendo luego de esto los siguientes resultados:

<b>RÍO TOACHI</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Peso recipiente (gr)</b>	<b>P.R + Muestra humedad (gr)</b>	<b>P.R. + muestra seca (gr)</b>
RT1	6.59	47.75	46.14
RT2	6.90	47.67	46.17
RT3	5.78	41.72	40.91

*Tabla 17: Valores del ensayo de densidad Río Toachi.*

<b>RÍO TOACHI</b>					
<b>Muestra</b>	<b>Peso húmedo</b>	<b>Peso seco</b>	<b>Peso de agua</b>	<b>%agua retenida</b>	<b>% de absorción</b>
RT1	41.16	39.55	1.61	3.91	4.07
RT2	40.77	39.27	1.5	3.68	3.82
RT3	35.94	35.13	0.81	2.25	2.31

*Tabla 18: Resultados de la muestra de densidad de Río Toachi.*

Para la muestra del Río Toachi se obtuvo un % de agua retenida y % de absorción promedio de 3.28% y 3.40%, respectivamente.

<b>RÍO CHANCAY</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Peso recipiente (gr)</b>	<b>P.R + Muestra humedad (gr)</b>	<b>P.R. + muestra seca (gr)</b>
RC1	6.93	36.12	33.20
RC2	6.81	37.90	35.41
RC3	7.03	34.79	32.36

*Tabla 19: Valores del ensayo de densidad Río Chancay.*

<b>RÍO CHANCAY</b>					
<b>Muestra</b>	<b>Peso húmedo</b>	<b>Peso seco</b>	<b>Peso de agua</b>	<b>%agua retenida</b>	<b>% de absorción</b>
RC1	29.19	26.27	2.92	10.00	11.12
RC2	31.09	28.60	2.49	8.01	8.71
RC3	27.76	25.33	2.43	8.75	9.59

*Tabla 20: Resultados de la muestra de densidad de Río Chancay.*

Para la muestra del Río Chancay se obtuvo un % de agua retenida y % de absorción promedio de 8.92 % y 9.81%, respectivamente.

SAN JOSÉ			
Muestra	Peso recipiente (gr)	P.R + Muestra humedad (gr)	P.R. + muestra seca (gr)
SJ1	6.89	42.04	40.58
SJ2	6.47	42.55	41.20
SJ3	5.12	36.68	34.97

*Tabla 21: Valores del ensayo de densidad Playa San José.*

SAN JOSÉ					
Muestra	Peso húmedo	Peso seco	Peso de agua	%agua retenida	% de absorción
SJ1	35.15	33.69	1.46	4.15	4.33
SJ2	36.08	34.73	1.35	3.74	3.89
SJ3	31.56	29.85	1.71	5.42	5.73

*Tabla 22: Resultados de la muestra de densidad de Playa San José.*

Para la muestra de la Playa San José se obtuvo un % de agua retenida y % de absorción promedio de 4.44% y 4.65%, respectivamente.

CRUCITA			
Muestra	Peso recipiente (gr)	P.R + Muestra humedad (gr)	P.R. + muestra seca (gr)
C1	6.59	48.48	40.57
C2	7.03	48.11	45.80
C3	6.39	37.17	35.58

*Tabla 23: Valores del ensayo de densidad Playa Crucita.*

CRUCITA					
Muestra	Peso húmedo	Peso seco	Peso de agua	%agua retenida	% de absorción
C1	41.89	33.98	7.91	18.88	23.28
C2	41.08	38.77	2.31	5.62	5.96
C3	30.78	29.19	1.59	5.17	5.45

*Tabla 24: Resultados de la muestra de densidad de Playa Crucita.*

Para la muestra de la Playa Crucita se obtuvo un % de agua retenida y % de absorción promedio de 9.89% y 11.56%, respectivamente.

SAN MATEO			
Muestra	Peso recipiente (gr)	P.R + Muestra humedad (gr)	P.R. + muestra seca (gr)
SM1	6.49	37.83	35.78
SM2	6.91	48.94	45.53
SM3	6.77	35.50	33.23

*Tabla 25: Valores del ensayo de densidad Playa San Mateo.*

SAN MATEO					
Muestra	Peso húmedo	Peso seco	Peso de agua	%agua retenida	% de absorción
SM1	31.34	29.29	2.05	6.54	7.00
SM2	42.03	38.62	3.41	8.11	8.83
SM3	28.73	26.46	2.27	7.90	8.58

*Tabla 26: Resultados de la muestra de densidad de Playa San Mateo.*

Para la muestra de la Playa San Mateo se obtuvo un % de agua retenida y % de absorción promedio de 7.52% y 8.14%, respectivamente.

FINA LAVADA MEGAROK			
Muestra	Peso recipiente (gr)	P.R + Muestra humedad (gr)	P.R. + muestra seca (gr)
FL1	5.12	31.02	29.05
FL2	5.78	31.39	29.33
FL3	6.59	41.06	38.08

*Tabla 27: Valores del ensayo de densidad Megarok Arena lavada fina.*

FINA LAVADA MEGAROK					
Muestra	Peso húmedo	Peso seco	Peso de agua	%agua retenida	% de absorción
FL1	25.9	23.93	1.97	7.61	8.23
FL2	25.61	23.55	2.06	8.04	8.75
FL3	34.47	31.49	2.98	8.65	9.46

*Tabla 28: Resultados de la muestra de densidad de Megarok Arena lavada fina*

Para la muestra de la Playa San Mateo se obtuvo un % de agua retenida y % de absorción promedio de 8.10% y 8.81%, respectivamente.

## Determinación de impurezas orgánicas en el árido fino

Para el ensayo de las impurezas seguimos la norma NTE INEN 855:2010 por medio de este ensayo se determinará aproximadamente las impurezas orgánicas del árido fino; para el desarrollo de este ensayo se le agrega a las arenas una solución de hidróxido de sodio, se agita y se deja 24 horas inmóvil para luego contrastar el líquido obtenido con el comparador de colores. Se ensayó cada una de las muestras escogidas, y se obtuvo los siguientes resultados:



*Ilustración 11: Ensayo de Impurezas orgánicas*



*Ilustración 12: Impureza orgánica Megarok.*



*Ilustración 13: Impureza orgánica San Mateo.*



*Ilustración 14: Impureza orgánica Playa San José.*



*Ilustración 15: Ensayo Impureza orgánica Río Toachi.*



*Ilustración 16: Impureza orgánica Playa Crucita.*



*Ilustración 17: Ensayo Impureza orgánica Río Chancay.*

Luego del análisis de cada una de las muestras al compararlas con el color normalizado N°3 estándar ya que no son más oscuras y se encuentran entre el nivel 1 a 2 se considera pocas impurezas y mediante lavado podemos solucionar en parte el poco contenido

que éstas tienen; la muestra que más contenido orgánico contiene es la de la Playa San Mateo se debe tener mucho cuidado en la utilización de la misma, aunque está dentro del rango permitido.

**Hinchamiento de la arena**

Para el ensayo se usa el mismo recipiente para todas las muestras a ser ensayadas, se dimensiona y se llena de arena húmeda y se la mide, se retira la arena y se llena el recipiente con el 40% del volumen con agua, se le coloca nuevamente la arena se deja reposar por 24 horas y se mide la diferencia de las alturas. Y se establece mediante la fórmula el porcentaje de hinchamiento que presentará el agregado fino.

**% de hinchamiento**= (Altura arena inicial – Altura asentamiento)x100

**Factor de hinchamiento**= Altura de arena inicial /Altura de asentamiento.



*Ilustración 18: Proceso. Prueba de hinchamiento de la arena.*

RÍO TOACHI				
ALTURA INICIAL	ALTURA ASENTAMIENTO	DIFERENCIA ALTURAS	% DE HINCHAMIENTO	FACTOR DE HINCHAMIENTO
20	16.7	3.3	19.76	1.20

*Tabla 29: Porcentaje de hinchamiento arena Río Toachi.*

<b>RÍO CHANCAY</b>				
ALTURA INICIAL	ALTURA ASENTAMIENTO	DIFERENCIA ALTURAS	% DE HINCHAMIENTO	FACTOR DE HINCHAMIENTO
20	18.5	1.5	8.11	1.08

*Tabla 30: Porcentaje de hinchamiento arena Río Chancay*

<b>SAN JOSÉ</b>				
ALTURA INICIAL	ALTURA ASENTAMIENTO	DIFERENCIA ALTURAS	% DE HINCHAMIENTO	FACTOR DE HINCHAMIENTO
20	17.1	2.9	16.96	1.17

*Tabla 31: Porcentaje de hinchamiento arena Playa San José.*

<b>CRUCITA</b>				
ALTURA INICIAL	ALTURA ASENTAMIENTO	DIFERENCIA ALTURAS	% DE HINCHAMIENTO	FACTOR DE HINCHAMIENTO
20	16.2	3.8	23.46	1.23

*Tabla 32: Porcentaje de hinchamiento arena Playa Crucita.*

<b>SAN MATEO</b>				
ALTURA INICIAL	ALTURA ASENTAMIENTO	DIFERENCIA ALTURAS	% DE HINCHAMIENTO	FACTOR DE HINCHAMIENTO
20	16	4	25.00	1.25

*Tabla 33: Porcentaje de hinchamiento arena Playa San Mateo.*

<b>ARENA MEGAROK</b>				
ALTURA INICIAL	ALTURA ASENTAMIENTO	DIFERENCIA ALTURAS	% DE HINCHAMIENTO	FACTOR DE HINCHAMIENTO
20	18.5	1.5	8.11	1.08

*Tabla 34: Porcentaje de hinchamiento arena de Megarok*

### **Resistencia a la compresión en el mortero de pega**

Para el ensayo a la compresión se realizó bajo la norma NTE INEN 488:2009, para realizar este ensayo y comprobar la influencia del agregado fino se mantuvo la misma dosificación en todas las muestras.

Tanto el cemento como el agua a utilizar cumplen con la norma NTE INEN 2158:2010. Este ensayo se aplicará mediante dosificación 1:3 que es la utilizada para el mortero de pega. La muestra a ensayar en todos los casos es la siguiente:

1500 Gramos de material

500 Gramos de Cemento

290 ml de agua



***Ilustración 19: Proceso. Prueba de resistencia a la compresión en mortero de pega.***

Relación agua/cemental 0.58, se elaboraron 9 cubos de 50mm de aristas para cada una de las muestras a ensayarse cada 7, 14 y 28 días conseguir la resistencia a la compresión de cada muestra, como se detalla a continuación:

<b>Río Chancay</b>										
Días	MUESTRAS			VALORES PARA EL CÁLCULO ÁREA SECCIÓN 25cm <sup>2</sup>						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	KN	KN	KN	Mpa	Mpa	Mpa	
<b>7 Días</b>	90.03	92.47	92.17	22.07	22.68	22.60	8.83	9.07	9.04	8.98
<b>14 Días</b>	108.41	112.29	110.90	26.58	27.54	27.19	10.63	11.01	10.88	10.84
<b>28 Días</b>	126.80	132.10	129.77	31.09	32.40	31.82	12.44	12.96	12.73	12.71

*Tabla 35: Resistencia a la compresión Río Chancay*

<b>Río Toachi</b>										
Días	MUESTRAS			VALORES PARA EL CÁLCULO ÁREA SECCIÓN 25cm <sup>2</sup>						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	KN	KN	KN	Mpa	Mpa	Mpa	
<b>7 Días</b>	82.15	84.20	84.56	20.15	20.65	20.74	8.06	8.26	8.30	8.21
<b>14 Días</b>	98.92	101.31	102.68	24.27	24.98	25.18	9.71	9.99	10.07	9.92
<b>28 Días</b>	115.70	118.55	120.80	28.39	29.30	29.63	11.35	11.72	11.85	11.64

*Tabla 36: Resistencia a la compresión Río Toachi*

<b>San Mateo</b>										
Días	MUESTRAS			VALORES PARA EL CÁLCULO ÁREA SECCIÓN 25cm <sup>2</sup>						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	KN	KN	KN	Mpa	Mpa	Mpa	
<b>7 Días</b>	79.93	88.89	69.37	19.61	21.81	17.02	7.84	8.72	6.81	7.79
<b>14 Días</b>	96.12	107.05	84.24	23.70	26.26	20.67	9.48	10.51	8.27	9.42
<b>28 Días</b>	112.43	125.20	99.10	27.80	30.72	24.32	11.12	12.29	9.73	11.04

*Tabla 37: Resistencia a la compresión Playa San Mateo.*

<b>San José</b>										
Días	MUESTRAS			VALORES PARA EL CÁLCULO ÁREA SECCIÓN 25cm <sup>2</sup>						RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	KN	KN	KN	Mpa	Mpa	Mpa	
<b>7 Días</b>	50.98	52.33	52.64	12.50	12.84	12.92	5.00	5.13	5.17	5.10
<b>14 Días</b>	61.39	62.97	63.92	15.05	15.52	15.69	6.02	6.21	6.27	6.17
<b>28 Días</b>	71.80	73.68	75.20	17.60	18.21	18.45	7.04	7.28	7.38	7.24

*Tabla 38: Resistencia a la compresión Playa San José*

<b>Crucita</b>										
<b>Días</b>	<b>MUESTRAS</b>			<b>VALORES PARA EL CÁLCULO ÁREA SECCIÓN 25cm<sup>2</sup></b>						<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>KN</b>	<b>KN</b>	<b>KN</b>	<b>Mpa</b>	<b>Mpa</b>	<b>Mpa</b>	
<b>7 Días</b>	70.86	52.85	62.48	15.32	17.38	12.97	6.13	6.95	5.19	6.09
<b>14 Días</b>	85.33	64.18	75.13	18.52	20.92	15.75	7.41	8.37	6.30	7.36
<b>28 Días</b>	99.80	75.50	87.87	21.72	24.47	18.52	8.69	9.79	7.41	8.63

*Tabla 39: Resistencia a la compresión Playa Crucita*

<b>Cantera Megarok - Chorillo</b>										
<b>Días</b>	<b>MUESTRAS</b>			<b>VALORES PARA EL CÁLCULO ÁREA SECCIÓN 25cm<sup>2</sup></b>						<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>KN</b>	<b>KN</b>	<b>KN</b>	<b>Mpa</b>	<b>Mpa</b>	<b>Mpa</b>	
<b>7 Días</b>	89.74	82.39	86.94	22.01	20.21	21.33	8.81	8.08	8.53	8.47
<b>14 Días</b>	108.07	100.05	104.58	26.51	24.54	25.78	10.60	9.82	10.31	10.25
<b>28 Días</b>	126.40	117.70	122.36	31.01	28.87	30.24	12.40	11.55	12.10	12.02

*Tabla 40: Resistencia a la compresión Megarok*

Con las pruebas de resistencia a la compresión ensayada en cada uno de los morteros elaborados con las distintas arenas estudiadas se ha obtenido la resistencia a los 28 días que debe cumplir con la Norma NTE INEN 2518:2010, en su clasificación por propiedades.

## **4 Discusión**

### **4.1 Contrastación empírica**

Este estudio se ha basado en los distintos ensayos de las normas que rigen los elementos, materiales y técnicas de construcción ecuatorianas como son la INEN y las NEC, debido a que no pudimos encontrar un estudio sobre el tema abordado solo podemos basar nuestros resultados al cumplimiento de las normas presentadas.

Hemos encontrado otras propuestas realizadas una sobre los agregados pétreos en concreto pero fuera del país (Cham Yam, Solis Carcaño, & Moreno, 2006), por nuestra parte en Quito (Puente Cárdenas, Romo Proaño, & Durán, 2006) han realizado un estudio a la patología de los morteros en el que analizan a los agregados para el mortero de revestimiento, los agregados por ellos analizados cumplen con las especificaciones para el mortero para enlucido, la deficiencia en cuanto al análisis de las características ha llevado a varios problemas en la calidad de los morteros. En Cuenca (González de la Cadena, 2016) ha estudiado el mortero con arena que cumple la norma pero ha realizado mejoras al mortero con adición de cal, se ha centrado en el mejoramiento del mortero de pega y no en la responsabilidad del agregado utilizado por estar dentro de la norma establecida.

De nuestro estudio obtuvimos solo un material que puede ser aceptado en cuanto a resistencia a la compresión, debemos al ver los estudios encontrados y los resultados obtenidos tomar conciencia

### **4.2 Líneas de investigación**

De los resultados obtenidos en la investigación se ha abierto la posibilidad de realizar estudios paralelos y complementarios, como la afectación del agregado fino en las resistencias a la tracción o la flexión del mortero y sus distintos tipos, la influencia del agua

como un estudio adicional. Es importante seguir estudiando el material que tenemos a disposición, los efectos y patologías que su utilización, sin estudios previos, ocasiona.

### **4.3 Aspectos novedosos del estudio de caso**

El caso realizado permitió conocer el estado del agregado fino (arenas) y su caracterización demostrando la falta de importancia en el cumplimiento de las normas y la repercusión de su análisis cuando utilizamos materiales de construcción sin conocer bien su procedencia o validación para el fin que tendrá.

## **5 Propuesta**

Mediante el estudio realizado se analizó las opciones de agregado fino existente cual es o son los apropiados para la utilización en el mortero de pega, estableciendo la caracterización del material y así la orientación tanto del comerciante del agregado como el usuario final, para crear conciencia de la importancia de la selección del agregado correcto para evitar patologías que al final son las que generan mayores gastos.

Los profesionales de la construcción y el personal implicado en los procesos constructivos debemos empezar a cumplir con las buenas prácticas profesionales y certificar que el material y procesos que realizamos este en concordancia con las normas y la seguridad que estamos ofreciendo a nuestro cliente final al adquirir uno de nuestros productos, por su parte los organismos de control deben exigir la utilización de los parámetros y ensayos de las Normas Técnicas del Instituto Ecuatoriano de Normalización y la Norma Ecuatoriana para la Construcción 2016.

Difundir los resultados del estudio para conocimiento y utilización de los actores del proceso; organismos de control, profesionales de la construcción y el cliente final. Los organismos de control deben exigir a los centros de venta que los materiales de construcción ofrecidos cumplan con las características que exige la Norma Técnica de Normalización del Ecuador.

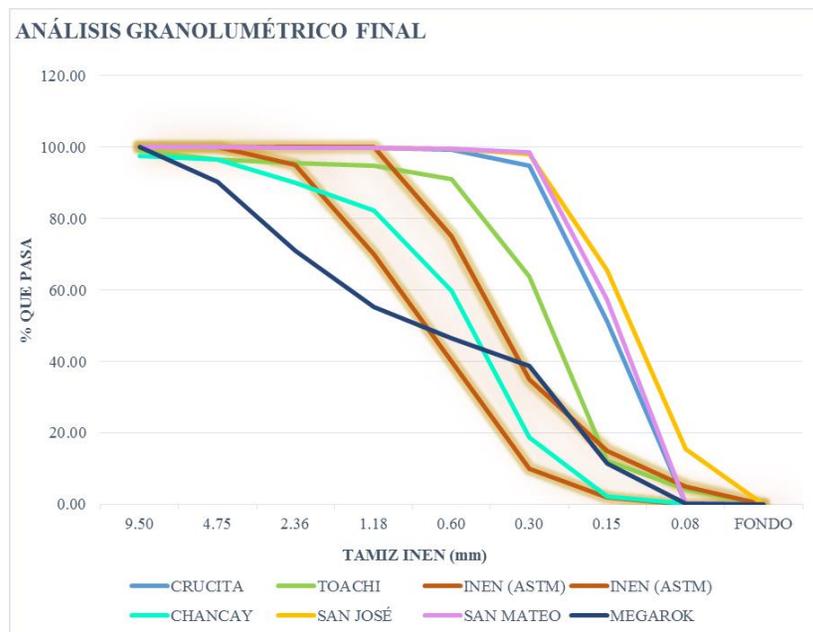
### **Conclusiones y recomendaciones**

El desconocimiento de las características del agregado fino que se adquieren en la ciudad para la fabricación del mortero de pega, generan un sin número de patologías, poniendo en riesgo la unidad constructiva y la seguridad del usuario. Se ha demostrado que la elaboración

del mortero de pega con materiales inapropiados que se encuentra en la venta libre por los distribuidores, genera un mortero de características inferiores a las mínimas requeridas por la normativa que rige las construcciones y los materiales en el País.

Luego de éste trabajo y presentándose como un material técnico para la elección del agregado fino para mortero podemos puntualizar las siguientes recomendaciones:

- El agregado influye en la resistencia del mortero, se debe controlar sus propiedades y el lugar de procedencia de las mismas.
- Analizar el material a utilizar en la elaboración del mortero de pega, revisar ésta guía para el proceso del análisis y como referencia del material disponible que cumple con los requisitos para el agregado del mortero de pega.
- De las muestras analizadas en base la norma NTE INEN de la granulometría del agregado fino y el módulo de finura solo 1 de las 6 muestras analizadas cumple con la curva granulométrica requerida.



**Ilustración 20: Gráfica final del agregado fino estudiado.**

La arena del Río Chancay es la más cercana de la curva granulométrica con un módulo de finura de 2.503

Todas las arenas analizadas tienen un porcentaje de impurezas orgánicas menor y están dentro del rango permitido.

La influencia del agregado fino en la resistencia del mortero de pega luego de someter el material a la prueba correspondiente y en base a los parámetros de la norma NTE INEN 2518:2010.

Mortero	Tipo	Resistencia promedio a la compresión a 28 días, min. (MPa)	Retención de agua, % min	Contenido de aire, % máx. <sup>b</sup>	Relación de áridos (medidos en condición húmeda, suelta)
Cemento y cal	M	17,2	75	12	No menos que 2¼ y no más que 3½ veces los volúmenes separados de materiales cementantes
	S	12,4	75	12	
	N	5,2	75	14 <sup>c</sup>	
	0	2,4	75	14 <sup>c</sup>	
Cemento para mortero	M	17,2	75	12	
	S	12,4	75	12	
	N	5,2	75	14 <sup>c</sup>	
	0	2,4	75	14 <sup>c</sup>	
Cemento para mampostería	M	17,2	75	18	
	S	12,4	75	18	
	N	5,2	75	20 <sup>d</sup>	
	0	2,4	75	20 <sup>d</sup>	

<sup>a</sup> Únicamente morteros preparados en laboratorio (ver la nota 6).  
<sup>b</sup> Ver la nota 7.  
<sup>c</sup> Cuando el refuerzo estructural está embebido en un mortero de cemento y cal, el contenido máximo de aire debe ser 12%.  
<sup>d</sup> Cuando el refuerzo estructural está embebido en un mortero de cemento con mampostería, el contenido máximo de aire debe ser 18%.

Tabla 41: Resistencia a la compresión por propiedades. (Normalización I. E., 2010)

PROCEDENCIA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
Río Chancay	12.71
Río Toachi	11.64
San Mateo	11.04
Cantera Megarok - Chorillo	12.02
San José	7.24
Crucita	8.63

Tabla 42: Resistencia aprobada a la compresión de los materiales utilizados.

Las características de las arenas utilizadas al no cumplir con la norma NTE INEN 2536:2010 bajan la resistencia a la compresión del mortero de pega. Según muestra la tabla de las arenas de comercializadas en la ciudad de Manta para el mortero de pega solo la arena de río Chancay puede ser utilizada con una dosificación 1:3; las demás arenas estudiadas para su uso deberán realizarse diseños complementarios para mejorar sus características y que puedan cumplir con la norma y ser utilizadas para la elaboración del mortero.

## 6 Bibliografía

- Cham Yam, J. L., Solis Carcaño, R., & Moreno, É. I. (2006). *Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto*. Obtenido de <http://www.ebrary.com>
- Construcción, C. E. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC. En *MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL*.
- González de la Cadena, J. F. (2016). *Estudio del mortero de pega usado en el cantón Cuenca. Propuesta de mejora, utilizando adiciones de cal*. Cuenca.
- Normalización, I. E. (2009). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 488:2009.
- Normalización, I. E. (2010). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2518:2010.
- Normalización, I. E. (2010). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2536:2010.
- Normalización, I. E. (2010). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2566:2010.
- Normalización, I. E. (2010). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 695:2010.
- Normalización, I. E. (2010). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 855:2010.
- Normalización, I. E. (2011). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 490:2011.
- Normalización, I. E. (2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2615:2012.
- Puente Cárdenas, G., Romo Proaño, M., & Durán, R. (2006). *Patología de los Morteros en Quito*. Obtenido de [www.espe.edu.ec/portal/files/congreso/articulo14.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/congreso/articulo14.pdf).

