

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



INFORME DE TESIS

“INFLUENCIA DEL SILLAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE $F'c = 175 \text{ KG/CM}^2$ PARA MUROS DE TABIQUERIAS EN EDIFICACION EN LA CIUDAD DE TACNA”

PARA OPTAR:

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Milagros Danna, ALAVE HUANCA

Bach. Jhenny Patricia, MENDOZA RIOS

TACNA – PERU


2019

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**FACULTAD DE INGENIERIA****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

Tesis

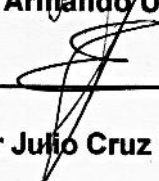
**“INFLUENCIA DEL SILLAR COMO SUSTITUTO DEL
AGREGADO GRUESO EN LA MEJORA DE LAS
PROPIEDADES DEL CONCRETO DE F'C= 175 KG/CM2 PARA
MUROS DE TABIQUERIAS EN EDIFICACION EN LA CIUDAD
DE TACNA”**

Tesis sustentada y aprobada el 07 de octubre de 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:

Mtro. Maria Etefvina Duarte Lizarzaburo**SECRETARIO:**

Mag. Alfonso Oswaldo Flores Mello**VOCAL:**

Ing. Cesar Armando Urteaga Ortiz**ASESOR:**

Ing. Cesar Julio Cruz Espinoza

DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotras, Milagros Danna Alave Huanca y Jhenny Patricia Mendoza Rios, en calidad de bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 71449298 y 75741196.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:
"INFLUENCIA DEL SILLAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 175$ KG/CM² PARA MUROS DE TABIQUERIAS EN EDIFICACION EN LA CIUDAD DE TACNA", la misma que presentamos para optar el título de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, nos hacemos responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las

Consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, octubre del 2019



Bach. Milagros Danna Alave Huanca
DNI N° 71449298



Bach. Jhenny Patricia Mendoza Ríos
DNI N° 75741196

DEDICATORIA

A Dios, por mi hermosa familia, por darme salud y bendición para lograr mis objetivos como persona y como profesional.

A mis padres Carlos y Maritza, por ser los pilares de mi vida, por haberme apoyado en mi formación profesional, por brindarme siempre su apoyo, por sus consejos, por confiar en la capacidad que poseo y brindarme los recursos necesarios para lograr mis metas.

A mi hermana menor Carla Paola, porque al verla cada día me impulsa a seguir adelante.

A todos mis amigos que estuvieron en este proceso por escucharme, aconsejarme y apoyarme.

Milagros Danna Alave Huanca

A Dios, por ser mi roca, mi fortaleza y por permitirme llegar hasta donde estoy en compañía de mi familia y amigos.

A mis padres Luis y Yenny, por brindarme su apoyo día a día y por ser la fuente de mi inspiración para salir adelante a pesar de las adversidades.

A mi hermana menor Cielo, quien es mi razón de ser y mi más grande fuente de inspiración.

A mis hermanas Guadalupe y Cynthia, y a mis sobrinos Evans, Mafer, Wendoly y Christopher, a quienes espero inspirar con cada logro que alcanzo en mi vida.

Jhenny Patricia Mendoza Ríos

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarnos su amor infinito, por darnos salud, porque siempre tenemos un pan sobre la mesa, por darnos fuerza y paciencia para poder culminar esta investigación.

A nuestras familias por el apoyo incondicional que nos brindan y por darnos la fortaleza de seguir creciendo profesionalmente.

A nuestro asesor Ing. Cesar Julio Cruz Espinoza por la orientación, la ayuda y el apoyo que nos brindó durante la presente investigación.

A la Universidad Privada de Tacna por brindarnos las facilidades necesarias para el uso del Laboratorio de suelos y pavimentos. Así mismo, un agradecimiento especial a los técnicos de laboratorio por su gentil apoyo con el manejo de los equipos durante los diversos ensayos realizados.

A todos nuestros amigos que nos ayudaron en el proceso de elaboración de la tesis, brindándonos información y por su colaboración durante el desarrollo de los ensayos realizados.

Los Autores

INDICE GENERAL

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	21
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	21
1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.....	21
1.4 OBJETIVOS	23
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	23
1.4.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	23
1.5 HIPOTESIS	23
1.5.1 HIPOTESIS GENERAL	23
1.5.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS	23
1.6 IDENTIFICACION Y/O CARACTERIZACION DE LAS VARIABLES.....	24
1.6.1 VARIABLE DEPENDIENTE	24
1.6.2 VARIABLE INDEPENDIENTE	24
CAPITULO II: MARCO TEORICO	25
2.1 LOS ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	25
2.2 BASES TEORICAS	26
2.2.1 EL CONCRETO.....	26
2.2.2 CONCRETO LIVIANO	26
2.2.3 EL CEMENTO	27
2.2.4 CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO IP	28
2.2.5 LOS AGREGADOS.....	28
2.2.6 EL SILLAR.....	28
2.2.7 CANTERA AÑASHUAYCO.....	29
2.2.8 CANTERA ARUNTA	30
2.2.9 DISEÑO DE MEZCLA POR EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI (American Concrete Institute)	31
2.2.10 LA RESISTENCIA A LA COMPRESION (NTP 339.034).....	37

2.2.11 MUROS	38
2.2.12 AISLAMIENTO ACÚSTICO	40
2.3 DEFINICION DE TERMINOS	41
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO	43
3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION	43
3.1.1 EL TIPO DE INVESTIGACION	43
3.1.2 EL DISEÑO DE INVESTIGACION	43
3.2 POBLACION Y/O MUESTRA DE ESTUDIO	43
3.2.1 LA POBLACION DE ESTUDIO	43
3.2.2 LA MUESTRA DE ESTUDIO	43
3.3 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	44
3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS.....	44
3.4.1 MUESTREO DE LOS AGREGADOS.....	44
3.4.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS	45
3.4.3 PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS	48
3.4.4 PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO	50
3.4.5 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS	51
3.4.5.1 PESO ESPECÍFICO	51
3.4.5.2 PORCENTAJE DE ABSORCION DE LOS AGREGADOS	53
3.4.6 CONTENIDO DE HUMEDAD	54
3.4.7 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO.....	55
3.4.8 AISLAMIENTO ACÚSTICO	56
3.5 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS.....	57
3.5.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO	57
3.5.2 PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO	59
3.5.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO	60
3.5.4 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO	61
3.5.5 GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO	62
3.5.6 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO	68

3.5.7 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO	71
3.5.8 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO	74
3.5.9 DISEÑO DE MEZCLA CON EL METODO ACI 211	75
3.5.10 CALCULO TEORICO DEL PESO DE UN MURO TABIQUE DE LADRILLO VS MURO TABIQUE DE CONCRETO CON SILLAR	88
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	89
4.1 CONCRETO FRESCO	89
4.1.1 PESO UNITARIO.....	89
4.1.2 ASENTAMIENTO	89
4.1.3 TEMPERATURA.....	90
4.2 CONCRETO ENDURECIDO	91
4.2.1 PESO UNITARIO.....	91
4.2.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION	93
4.2.2.1 RESISTENCIA A LA COMPRESION – 7 DIAS	93
4.2.2.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION – 14 DIAS	95
4.2.2.3 RESISTENCIA A LA COMPRESION – 28 DIAS	97
4.2.3 COMPORTAMIENTO DEL F’C DURANTE EL ENSAYO	99
4.2.4 AISLAMIENTO ACUSTICO	100
4.3 PESO DE MURO TABIQUE DE LADRILLO VS MURO TABIQUE DE CONCRETO CON SILLAR.....	102
4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO	103
CAPITULO: V DISCUSION	106
CAPITULO: VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	111
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	112
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	114
ANEXOS	116

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de concreto livianos	27
Tabla 2 Resistencia a la compresion promedio ACI	31
Tabla 3 Resistencia a la compresion promedio RNE	32
Tabla 4 Consistencia y asentamiento	33
Tabla 5 Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire	33
Tabla 6 Relacion agua/cemento de diseño.....	34
Tabla 7 Requisitos para condiciones especiales de exposicion.....	35
Tabla 8 Volumen de agregado grueso.....	36
Tabla 9 Relacion longitud a diametro del especimen.....	38
Tabla 10 Estandares nacionales de calidad ambiental para ruido por cada zona de aplicacion	41
Tabla 11 Operacionalizacion de variable independiente.....	44
Tabla 12 Operacionalizacion de variable dependiente	44
Tabla 13 Limites de granulometria para agregado fino	47
Tabla 14 Clasificacion de la arena por su modulo de fineza	48
Tabla 15 Limites de granulometria para agregado grueso.....	48
Tabla 16 Analisis granulometrico del agregado fino	57
Tabla 17 Analisis granulometrico del agregado fino corregido.....	58
Tabla 18 Peso unitario suelto del agregado fino (PUS)	59
Tabla 19 Peso unitario compactado del agregado fino (PUC)	60
Tabla 20 Peso especifico del agregado fino	60
Tabla 21 Porcentaje de absorcion del agregado fino	61
Tabla 22 Contenido de humedad del agregado fino	61
Tabla 23 Granulometria del agregado grueso grava.....	62
Tabla 24 Granulometria del agregado grueso grava corregido	63
Tabla 25 Granulometria del agregado grueso sillar blanco.....	64
Tabla 26 Granulometria del agregado grueso sillar blanco corregido	65
Tabla 27 Granulometria del agregado grueso sillar rosado	66
Tabla 28 Granulometria del agregdo grueso sillar rosado corregido.....	67
Tabla 29 Peso unitario suelto del agregado grueso grava	68
Tabla 30 Peso unitario compactado del agregado grueso grava	68
Tabla 31 Peso unitario suelto del agregado grueso sillar rosado.....	69
Tabla 32 Peso unitario compactado del agregado grueso sillar rosado	69
Tabla 33 Peso unitario suelto del agregado grueso sillar blanco	70

Tabla 34	Peso unitario compactado del agregado grueso sillar blanco	70
Tabla 35	Peso especifico del agregado grueso	71
Tabla 36	Porcentaje de absorcion del agregado grueso.....	71
Tabla 37	Peso especifico del agregado grueso sillar rosado	72
Tabla 38	Porcentaje de absorcion del agregado grueso sillar rosado.....	72
Tabla 39	Peso especifico del agregado grueso sillar blanco	73
Tabla 40	Porcentaje de absorcion del agregado grueso sillar blanco	73
Tabla 41	Contenido de humedad del agregado grueso grava	74
Tabla 42	Contenido de humedad del agregado grueso sillar rosado	74
Tabla 43	Contenido de humedad del agregado grueso sillar blanco.....	75
Tabla 44	Caracteristicas de los materiales	75
Tabla 45	Tabulacion para obtener TMN del Ag. Grueso - Rosado	78
Tabla 46	Tabulacion para obtener TMN del Ag. Grueso -Blanco.....	82
Tabla 47	Tabulacion para obtener TMN del Ag. Grueso - Grava	86
Tabla 48	Peso unitario en kg/m ³ - estado fresco.....	89
Tabla 49	Resultados de asentamientos de los diferentes diseños de mezcla.....	89
Tabla 50	Resultados de la temperatura de los diferentes diseños de mezcla.....	90
Tabla 51	Peso unitario en kg/m ³ - Estado endurecido	91
Tabla 52	Resistencia a la compresion - Sillar rosado - 7 dias.....	93
Tabla 53	Resistencia a la compresion - Sillar Blanco - 7 dias.....	94
Tabla 54	Resistencia a la compresion - Piedra gruesa - 7 dias	94
Tabla 55	Resistencia a la compresion - Sillar rosado - 14 dias.....	95
Tabla 56	Resistencia a la compresion - Sillar Blanco - 14 dias.....	96
Tabla 57	Resistencia a la compresion - Piedra gruesa - 14 dias	96
Tabla 58	Resistencia a la compresion - Sillar rosado - 28 dias.....	97
Tabla 59	Resistencia a la compresion - Sillar Blanco - 28 dias.....	98
Tabla 60	Resistencia a la compresion - Piedra gruesa - 28 dias	98
Tabla 61	Aislamiento acustico - Sillar rosado	100
Tabla 62	Aislamiento acustico - Sillar blanco.....	101
Tabla 63	Aislamiento acustico - Sillar piedra	101
Tabla 64	Costo del sillar	103
Tabla 65	Costo por m ³ de concreto con sillar rosado	104
Tabla 66	Costo por m ³ de concreto con sillar blanco	104
Tabla 67	Costo por m ³ de concreto convencional	104
Tabla 68	Cuadro resumen de diseño de mezcla para diferentes muestras.....	106
Tabla 69	Resumen de resistencia a la compresión para f'c=175kg/cm ² a los 7,14 y 28 dias.....	107

Tabla 70 Comparación de resultados para prueba de aislamiento acústico de las diferentes muestras (100Hz).....	107
Tabla 71 Comparación de resultados para prueba de aislamiento acústico de las diferentes muestras (250 Hz).....	108
Tabla 72 Comparación de resultados para prueba de aislamiento acústico de las diferentes muestras (500Hz).....	108
Tabla 73 Comparación de resultados para prueba de aislamiento acústico de las diferentes muestras (1250Hz).....	108
Tabla 74 Resumen de resultados de la tesis “Optimización de diseños de mezcla de concreto ligero con Ignimbrita y evaluación de modelos de sostenibilidad para la actividad extractiva en la cantera de Añashuayco en la ciudad de Arequipa”	109
Tabla 75 Resume de resultados de la presente tesis	109
Tabla 76 Comparación de concretos livianos con distintos materiales	110

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cantera de Añashuayco - Vista Satelital	29
Figura 2 Cantera de Añashuayco - Vista frontal de un sector.....	30
Figura 3 Cantera Arunta - Vista satelital.....	30
Figura 4 Muros portantes y tabiques	38
Figura 5 Tipos de ladrillos de arcilla	39
Figura 6 Muro portante de concreto armado (placa)	39
Figura 7 Cerco tipo placa	40
Figura 8 Ladrillos de concreto	40
Figura 9 Ensayo de aislamiento acústico	56
Figura 10 Curva granulométrica del agregado fino.....	59
Figura 11 Curva granulométrica del agregado grueso	63
Figura 12 Curva granulométrica - sillar blanco	65
Figura 13 Curva Granulométrica - sillar rosado.....	67
Figura 14 Valores de asentamientos recomendados para concretos de diferentes grados de manejabilidad, según tipo de obra y condiciones de colocación.....	90
Figura 15 Peso unitario promedio	92
Figura 16 Resistencia promedio a los 7 días.....	95
Figura 17 Resistencia promedio a los 14 días.....	97
Figura 18 Resistencia promedio a los 28 días.....	99
Figura 19 F'c vs Tiempo.....	99
Figura 20 Porcentaje de Aislamiento vs Frecuencia.....	102

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Plano de Ubicación y Localización de la Cantera Añashuayco	116
ANEXO 2 Plano de Ubicación y Localización de la Cantera Arunta.....	117
ANEXO 3 Hoja Técnica de cemento Yura.....	118
ANEXO 4 Hojas de trabajo firmadas del laboratorio	120
ANEXO 5 Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. DECRETO SUPREMO N°085-2003-PCM	121
ANEXO 6 Panel Fotográfico	122
ANEXO 7 NORMA E.020 CARGAS	137
ANEXO 8 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	138

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1 "Ignimbrita" o sillar traído de la cantera Añashuayco por la empresa MARVISUR.....	123
Fotografía 2 Se pesan muestras representativas para el ensayo de humedad del agregado fino.....	123
Fotografía 3 Se pesan muestras representativas para el ensayo de humedad del agregado grueso.....	124
Fotografía 4 Horno utilizado para los ensayos de contenido de humedad y absorción.....	124
Fotografía 5 Ensayo de granulometría del agregado fino	125
Fotografía 6 Ensayo de granulometría del agregado grueso (sillar blanco)	125
Fotografía 7 Secado del material al aire libre para realizar el ensayo de absorción del agregado fino.....	126
Fotografía 8 Ensayo de absorción del agregado fino.....	126
Fotografía 9 Muestras listas para realizar el ensayo de absorción del agregado grueso (sillares)	126
Fotografía 10 Muestras sumergidas en agua que se utilizaran para ensayos de peso específico y absorción.....	127
Fotografía 11 Ensayo de peso específico del agregado fino.....	127
Fotografía 12 Ensayo de peso específico del agregado grueso (sillar rosado)	127
Fotografía 13 Secado del agregado (sillar blanco) para ensayo de peso específico	128
Fotografía 14 Secado del agregado (sillar rosado) para ensayo de peso específico	128
Fotografía 15 Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino.....	128
Fotografía 16 Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso (grava)	129
Fotografía 17 Limpieza de los moldes de metal cilíndricos	129
Fotografía 18 Antes de vaciar la mezcla a los moldes se debe cubrir el interior con petróleo	129
Fotografía 19 Pesando materiales de acuerdo a valores obtenidos del diseño de mezcla.....	130
Fotografía 20 Empezamos a realizar la mezcla con ayuda del trompo	130
Fotografía 21 Realizamos prueba de slump	130
Fotografía 22 Se coloca la mezcla en 3 capas, en cada capa dar 25 golpes con la varilla de 5/8"	131

Fotografía 23 Culminación de la elaboración de los primeros 15 moldes de concreto.....	131
Fotografía 24 Desencoframos luego de 24 horas, y se colocan en agua para su curado	132
Fotografía 25 Cumplido el tiempo de curado, se sacan los testigos del agua se pesan y se toma la medida de la altura y diámetro de los testigos de concreto	132
Fotografía 26 Se dejan las muestras al sol para que puedan secar y luego se someten a prueba de compresión.....	133
Fotografía 27 Ensayo de compresión a las 7 días	133
Fotografía 28 Ensayo de compresión a los 14 días	134
Fotografía 29 Ensayo de compresión a los 28 días	134
Fotografía 30 módulo de aislamiento acústico.....	135
Fotografía 31 Ensayo experimental de aislamiento acústico.....	135
Fotografía 32 Medición de temperatura en estado fresco del concreto.....	136
Fotografía 33 Ensayo de peso unitario del concreto fresco	136

RESUMEN. PALABRAS CLAVE

El presente trabajo de investigación se sitúa en la ciudad de Tacna, tiene como objetivo principal determinar la influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y su uso como muros livianos en edificaciones, utilizando cemento Portland Tipo IP, agregados de la cantera Arunta de la ciudad de Tacna y Sillar o Ignimbrita de la Cantera de Añashuayco ubicada al noroeste de la ciudad de Arequipa en el distrito de Cerro Colorado.

Para averiguar las propiedades físicas del agregado se realizaron los ensayos según los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana, en tanto que las propiedades físicas del cemento fueron proveídas por el fabricante.

Se realizó el diseño de mezcla según el método ACI (American Concrete Institute), para un concreto liviano, de consistencia plástica con un asentamiento de 3" a 4", sin aire incorporado.

Para la investigación se elaboró 45 testigos de concreto, 15 con concreto convencional, 15 con reemplazo del agregado grueso por sillar blanco y 15 con reemplazo del agregado grueso por sillar rosado; para un $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ a edades de 7, 14 y 28 días.

Los cuales fueron sometidos al ensayo de compresión para medir su resistencia.

Al realizar el ensayo de compresión se pudo observar que el concreto convencional logro superar la resistencia de diseño llegando a 229.08 kg/cm^2 a diferencia del concreto con sillar blanco y rosado quienes alcanzaron resistencias de 87.66 kg/cm^2 y 148.73 kg/cm^2 respectivamente

Se elaboraron también pequeños muros de concreto para realizar el ensayo de acústica. Donde se pudo observar que los muros elaborados con sillar lograron disminuir el paso del sonido del ambiente emisor al ambiente receptor.

Palabras clave: concreto liviano, sillar blanco, sillar rosado, Ignimbrita

ABSTRACT. KEY WORDS

The present research work is located in the city of Tacna, its main objective is to determine the influence of ashlar as a substitute for coarse aggregate in the improvement of concrete properties $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ and its use as light walls in buildings, using Portland Type IP cement, aggregates from the Arunta quarry in the city of Tacna and Sillar or Ignimbrita from the Añashuayco quarry located northwest of the city of Arequipa in the district of Cerro Colorado.

To find out the physical properties of the aggregate, the tests were carried out according to the parameters established in the Peruvian Technical Standard, while the physical properties of the cement were provided by the manufacturer.

The mixing design was carried out according to the ACI method (American Concrete Institute), for a lightweight concrete, of plastic consistency with a settlement of 3 "to 4", without incorporated air.

For the investigation, 45 concrete witnesses were prepared, 15 with conventional concrete, 15 with replacement of the thick aggregate with white ashlar and 15 with replacement of the thick aggregate with pink ashlar; for a $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ at ages of 7.14 and 28 days.

Which were subjected to the compression test to measure their resistance.

When performing the compression test, it was observed that the conventional concrete managed to overcome the design resistance reaching 229.08 kg / cm^2 , unlike the white and pink ashlar concrete, which reached strengths of 87.66 kg / cm^2 and 148.73 kg / cm^2 respectively

Small concrete walls were also made to perform the acoustics test. Where it was observed that the walls made with sillar managed to reduce the passage of sound from the emitting environment to the receiving environment.

Keywords: lightweight concrete, white ashlar, pink ashlar, Ignimbrite

INTRODUCCION

El concreto es el material con más uso en la industria de la construcción; formando gran parte de infraestructuras y viviendas a nivel internacional. Existen investigaciones relacionadas sobre el concreto y sus nuevas tecnologías en diversas universidades del mundo e incluso se han aplicado ya en diferentes obras de concreto.

Estas nuevas tecnologías del concreto se basan principalmente en la obtención de materiales más sustentables, que tengan mayor durabilidad y que cumplan con los requisitos específicos; dentro de ello se busca también materiales que tengan buen desempeño y no necesariamente una alta resistencia.

La presente investigación busca obtener un concreto liviano a partir de los desperdicios que dejan los artesanos extractores de sillar de la cantera de Añashuayco de la ciudad de Arequipa, que son amontonados en diferentes zonas de la cantera. De esta manera se pretende obtener una sustitución de materia prima y la reducción de impacto ambiental por la explotación de este recurso, trayendo una nueva alternativa de concreto liviano para utilizarlo en la ciudad de Tacna.

Entre los beneficios principales que se derivan de las propiedades del concreto liviano o ligero pueden mencionarse el alto poder aislante, térmico y acústico que estos poseen; una de las ventajas de este material es su viabilidad de manejo debido al resultado de su peso reducido y la simplificación en la cimentación de estructuras cuya carga muerta total se disminuye.

El presente trabajo de investigación ha sido dividido en cinco capítulos:

El Capítulo I, corresponde al “Planteamiento del problema”, en el cual encontramos la descripción del problema, formulación del problema, justificación e importancia, objetivos, hipótesis y la identificación y/o caracterización de las variables.

En el Capítulo II, se desarrolla el “Marco Teórico”, en el cual se describe los antecedentes de estudio, bases teóricas del concreto y sus principales características, concepto de concreto liviano, cemento, agregados, sillar o llamado también “Ignimbrita”, ubicación de las canteras, diseño de mezcla con método ACI (American Concrete Institute), teoría sobre la resistencia a la compresión según NTP 339.034, muros de tabiquería, aislamiento acústico y definición de términos.

El Capítulo III, describe el Marco Metodológico, donde se señala el tipo y diseño de la investigación, la población y/o muestra de estudio, la operacionalización de variables, técnicas e instrumentos que se usaron para la recolección de datos, procesamiento y análisis de datos, así como el diseño de mezcla para cada muestra y la elaboración de testigos de concreto según NTP 339.183.

El Capítulo IV, corresponde a los resultados, donde se observarán los resultados de los diferentes ensayos realizados para concreto fresco y concreto endurecido, que se mostrarán mediante tablas y gráficos, de esta misma manera se mostrara el comportamiento de la resistencia durante el ensayo.

El Capítulo V, corresponde a la Discusión, donde se colocarán las conclusiones y recomendaciones según los resultados obtenidos de la presente investigación, así como las referencias bibliográficas utilizadas para el desarrollo de la misma. Y finalmente los anexos respectivos.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La ciudad de Tacna está teniendo un crecimiento poblacional acelerado lo cual está llevando a que las edificaciones que se construyan ya no sean solo viviendas unifamiliares, sino edificios de 7 pisos a más. Actualmente en la ciudad de Tacna hay varios proyectos de inmobiliarios como “paseo de la alameda” la cual cuenta con edificios de 10 pisos, el hotel “casa andina” que tiene 9 pisos o la “residencial los nogales” que cuenta con 10 pisos.

Tacna se encuentra en una zona altamente sísmica, se sabe que cuanto más liviana sea una edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar ante un movimiento sísmico. Grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo, por lo tanto, la exigencia de la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación.

En una edificación se tienen cargas vivas y muertas de las cuales solo podemos reducir las cargas muertas utilizando materiales ligeros. La carga producto del sismo está en función al peso de la estructura la cual se reduce indirectamente al disminuir las cargas muertas.

El peso de los elementos estructurales es función del peso del concreto y si deseamos reducir las cargas de una estructura tenemos que buscar la manera de bajar el peso del concreto.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál es la influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto de $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para muros de tabiquerías en edificación en la ciudad de Tacna?

1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

En los últimos años el crecimiento poblacional acelerado ha hecho que las edificaciones tengan mayores exigencias, puesto que las construcciones son de mayor altura y tienen que soportar mayor peso, se debe buscar en el diseño satisfacer los parámetros establecidos por las normas. En busca de satisfacer estas

exigencias, brindar seguridad y calidad; día a día se desarrollan nuevas tecnologías que ayuden a optimizar los procesos constructivos sin demerito de la calidad.

Entre las soluciones para afrontar estos nuevos retos, se busca desarrollar materiales que logren una sostenibilidad ambiental.

La importancia de esta investigación radica en que el concreto es uno de los materiales más utilizados en la construcción de obras civiles en el Perú. Como se sabe al cambiar las proporciones o características de alguno de sus componentes hace susceptible el cambio de sus propiedades, entre ellos la resistencia a la compresión.

Tacna viene teniendo un desarrollo urbano acelerado lo cual hace que la ciudad requiera de proyectos de concreto de mayor envergadura donde se requerirá que sus características sean mejoradas durante el tiempo de servicio del mismo.

Es por ello que la presente investigación se hará para mejorar las características del concreto incluyendo en su diseño de mezcla “el sillar” en lugar del agregado grueso para con esto lograr un concreto más liviano a comparación de los concretos convencionales y un mejor aislamiento acústico.

Se sabe también que la ciudad de Tacna, es una región de especiales características geológicas debido a que se encuentra dentro del cinturón de fuego del pacifico, es por ello la ocurrencia de fenómenos físicos muy importantes como sismicidad y movimiento de los vientos que a su vez son los agentes condicionantes de las lluvias, otorgando a la región características climáticas de aridez.

Por ende, al sustituir el agregado grueso por sillar, este material es más liviano por lo que generara que las edificaciones sean más resistentes a los sismos, debido a que cuando ocurre un movimiento telúrico las grandes masas se mueven con mayor severidad, ocasionando que la exigencia de la fuerza actuante sea mayor sobre los componentes de la edificación. Cuando la cubierta de una edificación es muy pesada, el sismo causa esfuerzos y tensiones muy severas en los elementos sobre los cuales esta soportada.

Por otro lado, durante todo el proceso de extracción del sillar se genera desperdicios (entendiendo por desperdicio las partículas desechadas resultado de la extracción de este material denominado “rajas”) que son amontonados en diferentes zonas de la cantera. Los desperdicios generados son alrededor del 30 a 40 por ciento de toda su producción, son muy pocos los productores que se dedican a comercializar estos desperdicios.

Entonces como una alternativa para mejorar las obras civiles se quiere proponer el uso del sillar como sustituto del agregado grueso en la construcción, para ver todos los beneficios que nos proporciona este material en el concreto.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto de $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para muros de tabiquería en edificaciones.

1.4.2 OBJETIVO ESPECIFICO

- Determinar las características que debe cumplir el sillar para la utilización en el diseño de mezclas de concreto.
- Determinar las proporciones de los materiales para lograr una resistencia de $f'c=175\text{kg/cm}^2$.
- Determinar la masa volumétrica del concreto convencional y concreto con adición del sillar, en estado fresco y en estado endurecido
- Determinar el aislamiento acústico
- Estimar el costo de un concreto con sillar

1.5 HIPOTESIS

1.5.1 HIPOTESIS GENERAL

- Al sustituir el agregado grueso por sillar se mejorará las propiedades del concreto de $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquerías en edificaciones

1.5.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS

- Mediante los ensayos de laboratorio determinaremos las características de los materiales
- Con la identificación de las proporciones de los materiales y mediante el ensayo de compresión del concreto se logrará alcanzar la resistencia de diseño.
- Al reemplazar el agregado grueso con sillar se reducirá la masa volumétrica
- El uso del sillar dará un mejor aislamiento acústico al concreto
- Evaluar un costo aproximado de concreto con sillar y concreto convencional

1.6 IDENTIFICACION Y/O CARACTERIZACION DE LAS VARIABLES

1.6.1 VARIABLE DEPENDIENTE

- Propiedades del concreto de $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquerías

1.6.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

- Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 LOS ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Para determinar la influencia del uso de sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto de resistencia 175kg/cm² para muros de tabiquerías en edificación en la ciudad de Tacna, ha sido necesario consultar precedentes investigativos referidos al tema de estudio.

El uso del sillar en el Perú se puede ver mayormente en la ciudad de Arequipa, donde se observa que utilizan bloques de sillar para la construcción de muros, en construcciones antiguas se utilizaba el mortero de cal-arena para asentar los bloques de sillar y en algunas zonas generalmente pueblos jóvenes construyen los muros apilando bloques de sillar sin utilizar mortero de junta.

La utilización del sillar como agregado para generar concretos más ligeros es un tema del cual no se encuentran muchas investigaciones, a diferencia de otros materiales como la piedra pómez, el poliestireno o la ceniza volante.

Entre las investigaciones que hemos encontrado que nos podrían ayudar a desarrollar esta investigación son:

Mendoza, T. & Peña, B. (2018), en el trabajo de investigación titulado: *Optimización de diseños de mezcla de concreto ligero con Ignimbrita y evaluación de modelos de sostenibilidad para la actividad extractiva en la cantera de Añashuayco en la ciudad de Arequipa*, tuvieron como objetivo determinar la dosificación idónea que permita optimizar el diseño de mezcla de concreto utilizando Ignimbrita de la ciudad de Arequipa y aplicar modelos de sostenibilidad en los trabajos de extracción de la roca, para esto utilizaron el método de diseño factorial así como el método de diseño de Chandra y Berntsson, desarrollando los diseños de mezclas para resistencias de 210kg/cm², 280kg/cm² y 350kg/cm².

Fierro, P. & Almeyda, E. (2017), en el trabajo titulado: *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú*, dicho trabajo propone hacer un concreto liviano reemplazando el agregado grueso por perlitas de poliestireno, además de ver su comportamiento como aislante térmico de lo cual nos basamos y guiamos para poder realizar el ensayo de acústica.

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 EL CONCRETO

Castillo, A. (2009), propone:

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas; y algunas veces se añaden sustancias llamadas aditivos que mejoran o modifican las propiedades del concreto.

Podemos decir que las propiedades del concreto dependerán directamente de los elementos que se utilicen en su fabricación y de la cantidad que se empleen en este proceso.

Al concreto se le puede añadir aditivos, los cuales pueden ser agregados en su estado fresco y/o endurecido, que hará que el concreto obtenga características específicas, según necesite ser utilizado.

Las principales características del concreto son:

- **TRABAJABILIDAD Y CONSISTENCIA:** estas características del concreto dependen directamente de la cantidad de agua que se utilice en su elaboración, lo cual permitirá que sea fácil de mezclar, colocar y compactar sin presentar segregación y exudación durante el proceso.
- **SEGREGACION:** es el proceso en el cual el agregado grueso se separa del mortero, esto puede darse cuando la mezcla es soltada a más de medio metro de altura o por el excesivo vibrado.
- **RESISTENCIA:** el concreto cuenta con resistencia a la compresión y a la tracción, su resistencia a la tracción suele ser muy baja, su resistencia a la compresión es alcanzada a los 28 días después del vaciado y el curado.
- **EXUDACION:** se da después de ser colocado en el encofrado y consiste en el ascenso del agua debido a la sedimentación de los componentes de la mezcla.
- **DURABILIDAD:** es la capacidad que tiene el concreto para resistir los diferentes cambios climáticos y químicos a los que se verá sometido durante su tiempo de servicio.

2.2.2 CONCRETO LIVIANO

La característica principal del concreto liviano es su baja densidad a comparación de los concretos normales cuya densidad oscila entre los 2200 kg/m³ y

2400 kg/m³, la baja densidad de este tipo de concretos se debe a los agregados que se usan para su elaboración, por lo general estos agregados suelen ser piedra pómez, arcilla, virutas de madera entre otros.

El concreto liviano puede utilizarse para fines estructurales debido a que su baja densidad no se relaciona con la resistencia que este pueda tener, ya que todo dependerá de la cantidad de cemento y agregados que se utilicen en la mezcla.

Las principales ventajas de usar concretos livianos son la reducción de peso y la mejora en las propiedades térmicas y acústicas de la estructura; entre una de sus principales desventajas tenemos que algunos de los agregados livianos tienen un precio más elevado a comparación de los agregados comunes.

Tabla 1

Tipos de Concretos Livianos

CONCRETO LIVIANO	DENSIDAD (Kg/m³)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (MPa)
Estructural de baja densidad	1350 a 1850	>17
Densidad y resistencia baja	240 a 800	0.7 a 7
Densidad y resistencia moderada	800 a 1900	7 a 17

Fuente: Kosmatka, S. (2004)

Elaboración: propia

2.2.3 EL CEMENTO

Según Castillo, A. (2009), se define cemento:

El cemento Portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida, Esencialmente es un Clinker finalmente molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones determinadas.

Durante el desarrollo de la investigación utilizaremos el cemento Portland Puzolánico IP, que es recomendado para uso general.

2.2.4 CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO IP

En la presente tesis se optó por trabajar con cemento portland puzolánico IP de la empresa “Cementos Yura S.A” debido a que esta es la empresa con mayor presencia en el sur del Perú.

El cemento Portland puzolánico IP es un material fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Este cemento cumple con la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.090 y la Norma Técnica Americana ASTM C- 595.

Los componentes usados en su fabricación hacen que el cemento portland puzolánico IP obtenga propiedades como la resistencia a sulfatos y la alta durabilidad lo que hace de este, un cemento ideal para el uso en obra de construcción a nivel general y en especial en obra que exigen una alta durabilidad.

2.2.5 LOS AGREGADOS

Los agregados, ocupan entre un 60 y 75% del volumen total del concreto. La selección de materiales es importante, puesto que en muchos casos estos pueden contener materiales orgánicos perjudicantes para el concreto.

2.2.6 EL SILLAR

El sillar también conocido como toba volcánica o ignimbrita es un tipo de roca ígnea volcánica ligera, de apariencia porosa.

El origen del sillar es producto de una explosión en la superficie de la tierra de la cual salieron grandes descargas de un material ígneo similar a la espuma, material que al solidificarse se convierte en Ignimbrita.

La composición mineralógica del sillar es la siguiente:

✓	Plagioclasas	$NaSiO_3$
✓	Biotita	$SiO_3(OH)Fe$
✓	Vidrio volcánico	SiO_2
✓	Esquirla	-
✓	Material devistrificado	SiO_2
✓	Trozos líticos	$NaSiO_3$

En la ciudad de Arequipa encontramos diferentes yacimientos de sillar entre ellos las canteras ubicadas en el distrito de Miraflores, pero actualmente no se realiza el trabajo de extracción debido a que el sillar de la zona es de mala calidad puesto

que es muy pesado, además presenta eflorescencia y tiene poca resistencia a la compresión.

Las zonas donde actualmente se sigue extrayendo sillar son Yura, Quishuarani y Añashuayco, siendo la última la zona donde se presenta la mayor parte de la actividad extractiva de sillar.

2.2.7 CANTERA AÑASHUAYCO

Se ubica al noroeste de la ciudad de Arequipa en el distrito de Cerro Colorado, se extiende en una quebrada por más de 18 kilómetros y es considerado un atractivo turístico.



Figura 1 Cantera de Añashuayco - Vista Satelital

Fuente: Google Earth Pro – 2018

La explotación de sillar genera aproximadamente un 40% de desperdicio de este material ya que al cortar los bloques van quedando residuos, que son amontonados alrededor de toda la zona al igual que en la quebrada, estos residuos llevan amontonándose por muchos años y si tomamos en cuenta que en el cauce de la quebrada son vertidas las aguas del parque industrial de Rio Seco, el nivel de contaminación de la zona es muy grande.



Figura 2 Cantera de Añashuayco - Vista frontal de un sector

Fuente: Fotografía propia

En el Anexo 1 podemos ver el plano de ubicación y localización de la Cantera Añashuayco.

2.2.8 CANTERA ARUNTA

Ubicada en la ciudad de Tacna en el Distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, es considerada una de las principales canteras de la ciudad.



Figura 3 Cantera Arunta - Vista satelital

Fuente: Google Earth Pro – 2018

En el Anexo 2 podemos ver el plano de ubicación y localización de la Cantera Arunta.

2.2.9 DISEÑO DE MEZCLA POR EL METODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI (American Concrete Institute)

El comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas, el cual se basa en tablas elaboradas con los resultados de ensayos de laboratorio de los agregados, las cuales nos permiten obtener valores por unidad cubica del concreto.

Información requerida para el diseño de mezclas:

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados
- Peso específico de los agregados
- Absorción de los agregados
- Contenido de humedad de los agregados
- Características del cemento a utilizarse

1. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}):

Se realiza a través de las ecuaciones del ACI, donde “s” es la desviación estándar

$$F'_{cr} = F'_c + 1.34 * S$$

$$F'_{cr} = F'_c + 2.33 * S - 35$$

Si no se conoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la siguiente tabla:

Tabla 2

Resistencia a la compresión promedio ACI

F'_c, kg/cm²	F'_{cr}, kg/cm²
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 85$
Sobre 350	$1.1 f'_c + 50$

Fuente: Comité ACI 318

Elaboración: propia

Tabla 3*Resistencia a la compresión promedio RNE*

F'c, kg/cm²	F'cr, kg/cm²
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

Fuente: RNE Norma E-060 Concreto Armado (Ministerio de Vivienda, 2009)

Elaboración: propia

2. Selección del tamaño máximo nominal (TMN):

Huanca, L. (2006), indica:

El tamaño máximo nominal determinado aquí, será usado también como tamaño máximo simplemente.

Se considera que, cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregados hasta 40mm (1 ½"). En tamaños mayores, solo es aplicable a concretos con bajo contenido de cemento.

3. Selección del asentamiento (Slump):

“Si las especificaciones técnicas requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla.”
(Laura Huanca, 2006, p.6)

Tabla 4*Consistencia y asentamiento*

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

Fuente: Comité ACI 211.1-91, Reaprobado el 2002

Elaboración: propia

4. Selección del volumen unitario de agua de diseño

En la siguiente tabla se seleccionará el contenido de agua recomendable en función del slump requerido y el tamaño máximo del agregado, considerando concreto con o sin aire incorporado:

Tabla 5*Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire*

Asentamiento	Agua en Lt/m³ para los Tamaños Máximos Nominales de Agregado y Consistencia Indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4 "	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
% aire atrapado	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
Concreto Con Aire Incorporado								
1" a 2"	180	175	165	160	145	140	135	120
3" a 4 "	200	190	180	175	160	155	150	135
6" a 7"	215	205	190	185	170	165	160	
Contenido de aire incorporado(%), en función del grado de exposición								
Suave	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5*	1.0*
Moderada	6	5.5	5	4.5	4	4	3.5*	3.0*
Severa	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5*	4.0*

Fuente: Comité ACI 211.1 – 91 Reaprobado el 2002

Elaboración: propia

5. Selección del contenido de aire:

Se utiliza la Tabla 5, en el ítem % aire atrapado.

6. Determinación del factor cemento (Fc):

El contenido de cemento se calcula con la cantidad de agua y considerando la relación a/c.

$$F_c = \frac{\text{Volumen unitario}}{\frac{a}{c}}$$

7. Determinación de la relación agua / cemento (a/c):

“Para concretos preparados con cemento Portland tipo IP o cementos comunes, puede tomarse la relación a/c de la tabla 6” (Laura Huanca, 2006, p.8).

Tabla 6

Relación agua/cemento de diseño

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr) (kg/cm ²)	RELACION AGUA/CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.7	0.61
150	0.8	0.71

Fuente: Comité ACI 211.1 -91 Reaprobado el 2002

Elaboración: propia

Tabla 7*Requisitos para condiciones especiales de exposición*

CONDICIONES DE EXPOSICION	RELACION AGUA/CEMENTO MAXIMA	F'C MINIMO PARA CONCRETOS DE PESO NORMAL
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua.	0,50	280
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes.	0,45	310
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen.	0,40	350

Fuente: RNE Norma E-060 Concreto Armado

Elaboración: propia

8. Determinación del agregado

Se determina el contenido de agregado por medio de la tabla 8, en función al tamaño máximo nominal del agregado grueso y al módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 8*Volumen de agregado grueso*

T.M.N. agregado grueso	Vol. Del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de Volumen del concreto para diversos módulos de fineza			
	Módulo de Fineza del Agregado Fino			
	2,4	2,6	2,8	3
3/8"	0,5	0,48	0,46	0,44
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,6
1"	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2"	0,76	0,74	0,72	0,7
2"	0,75	0,76	0,74	0,72
3"	0,81	0,79	0,77	0,75
6"	0,87	0,85	0,83	0,81

Fuente: Comité ACI 211.1-91 Reaprobado el 2002

Elaboración: propia

9. **Determinación de los volúmenes absolutos de sus componentes (Comité ACI 211)**
10. **Determinación del volumen absoluto y peso seco del agregado fino (Comité ACI 211)**
11. **Determinación de los valores de diseño de los componentes del concreto (Comité ACI 211)**
12. **Corrección de los valores de diseño por humedad y absorción de los agregados (Comité ACI 211)**
13. **Determinación de las proporciones en peso (Comité ACI 211)**

2.2.10 LA RESISTENCIA A LA COMPRESION (NTP 339.034)

El ensayo de resistencia a la compresión se desarrolló según la Norma Técnica Peruana 339.034:2015 – “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas”.

EQUIPO

- **Máquina de ensayo:** Esta máquina someterá al espécimen de concreto con una carga vertical a una velocidad indicada.

PROCEDIMIENTO

- Se tomarán los especímenes cilíndricos de concreto que tienen como medida 15x30 cm. Es importante tener en cuenta que se deben ensayar como mínimo dos cilindros para cada edad con el fin de poder trabajar con el valor promedio.
- Antes de iniciar el ensayo es necesario verificar las bases de los especímenes, ya que estas deben ser planas según indica la norma.
- Se debe limpiar las caras del espécimen de concreto antes de colocarlo en la máquina. Una vez puesto se debe alinear los ejes del espécimen de centro con la parte central de la máquina.
- Finalmente se aplicará la velocidad de carga de una manera continua y sin impacto. (veloc. de mov. de esfuerzo sobre el espécimen de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s.)

CALCULOS

- Se calcula la resistencia a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección transversal determinada.

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

F'c= resistencia a la compresión

P= carga máxima alcanzada

A= área promedio de la sección transversal

- Si la relación de la longitud del espécimen al diámetro es 1,75 o menor, corregir el resultado obtenido en el ítem anterior multiplicando por un factor apropiado de corrección mostrando en la siguiente tabla:

Tabla 9

Relación longitud a diámetro del espécimen

L/D	1,75	1,50	1,25	1,00
Factor	0,98	0,96	0,93	0,87

Fuente: NTP 339.034 "Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas".

Elaboración: Propia

2.2.11 MUROS

2.2.11.1 TIPOS DE MUROS

- Muros portantes:** son elementos estructurales encargados de transmitir las cargas horizontales y verticales de la edificación hacia la cimentación.
- Muros tabique o no portantes:** son muros que no reciben carga vertical. Generalmente son usados como, parapetos, cercos y divisores de ambientes.

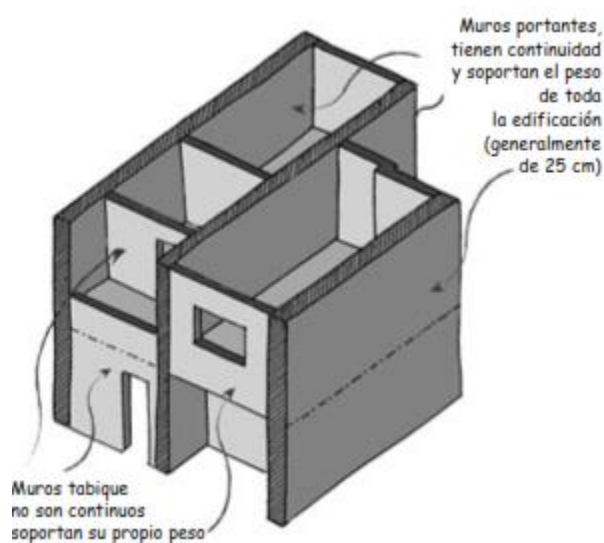


Figura 4 Muros portantes y tabiques

Fuente: Programa Urbano – desco

2.2.11.2 MATERIALES USADOS PARA LA CONSTRUCCION DE MUROS

- a) **Ladrillos de arcilla:** Existe gran variedad de ladrillos los cuales dependiendo del uso que se le dé definirán las características de este material, como sus medidas y su porcentaje de huecos. Según el tipo de ladrillo se podrán usar en muros portantes o para muros tabique (no portantes).



Figura 5 Tipos de ladrillos de arcilla

Fuente: Constructora & Inmobiliaria Home Golden

- b) **Concreto armado:** Se obtiene a base de concreto y acero, la unión de estos dos materiales hacen que los muros sean más resistentes, es por ello que se utiliza para muros portantes.



Figura 6 Muro portante de concreto armado (placa)

Fuente: Proyecto de la Facultad de Arquitectura en Candiani Oaxaca

- c) **Placas de concreto prefabricado:** Este tipo de elementos nos ayudan a reducir costos y tiempo, puede ser de concreto con refuerzo de acero o sin refuerzo, las medidas pueden variar.



Figura 7 Cerco tipo placa

Fuente: Google

- d) **Ladrillos de concreto:** Estos elementos prefabricados ayuda a tener una mayor velocidad y un mejor rendimiento en el proceso constructivo.



Figura 8 Ladrillos de concreto

Fuente: Bloqueras.org

2.2.12 AISLAMIENTO ACÚSTICO

La contaminación sonora es uno de los grandes problemas que afectan a las ciudades modernas. Un buen aislamiento en la construcción ayudara a disminuir el sonido entre los ambientes interiores y exteriores. El aislamiento acústico en las construcciones es importante puesto que la contaminación acústica tiene efectos perjudiciales para la salud.

Existen 3 tipos de fenómenos acústicos:

- Transmisión del ruido de impacto: es el ruido que se genera cuando un medio físico vibra como consecuencia de las ondas producidas por el impacto de algún material contra otro
- Transmisión del ruido aéreo: es el proceso de propagación de ondas sonoras ruidosas desde un espacio a otro a través del aire

- La reflexión: es cuando una onda rebota sobre una superficie, produciendo el aumento del ruido debido a la sumatoria que proporciona el impacto de las ondas sobre paredes, techos, pisos produciendo así niveles de ruido muy incómodos.

En el Perú tenemos el Reglamento de los estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, que se encuentra en el ANEXO 5, el cual nos da los siguientes niveles de ruido recomendado:

Tabla 10

Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido por cada zona de aplicación

Zonas de aplicación	Valores expresados en LAEQT ¹	
	Horario diurno	Horario nocturno
Zona de protección especial	50 dB	40 dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona comercial	70dB	60 dB
Zona industrial	80 dB	70 dB

Fuente: Decreto supremo N° 085-2003-PCM (Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Ruido, 2003)

Elaboración: propia

2.3 DEFINICION DE TERMINOS

- **Acústica:** Parte de la física que estudia la producción, transmisión, recepción, control y audición de los sonidos.
- **Agregado fino:** Se define como aquel que pasa por el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N°200.
- **Agregado grueso:** es el material que proviene de la desintegración natural o mecánica de las rocas que es retenido en el tamiz N°4.
- **Aislamiento acústico:** cuando se consigue aislar o atenuar el nivel resonante de un determinado espacio.
- **Bel:** Unidad de sonido (se considera igual a 10^{-12} watts por m²)
- **Cemento:** se denomina cemento a un conglomerado formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua.

- **Cemento Portland:** Producto obtenido por la pulverización del Clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda.
- **Cemento Portland Puzolánico:** Es el cemento Portland que presenta un porcentaje adicional de puzolana.
- **Concreto:** Es una mezcla de cemento como un medio aglutinador, agregados finos (arenas), agregados gruesos (gravas) y agua.
- **Concreto Liviano:** es un concreto cuya densidad es menor que la de los concretos normales cuya densidad oscila entre los 2200 a 2400 kg/m³.
- **Concreto convencional:** El concreto convencional es el concreto hidráulico premezclado de uso general.
- **Decibel:** Medida de sonoridad o sensación sonora que es igual a la décima parte de un bel.
- **Granulometría:** es la medición y distribución por tamaños de las partículas de los agregados, que se miden a una escala granulométrica para posteriormente ser analizados.
- **Impacto Ambiental:** El impacto ambiental (también conocido como impacto antrópico o antropogénico sobre el medio ambiente) es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente.
- **Investigación experimental:** Se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada.
- **Norma Técnica Peruana:** son documentos que establecen las especificaciones de calidad de los productos, procesos y servicios. Dentro de ellas se encuentran los métodos de ensayo y muestreo.
- **Testigos o especímenes de concreto:** Son las probetas de concreto elaboradas con el fin de la investigación.
- **Tamaño máximo nominal:** Corresponde al menor tamiz por donde pasa la muestra de agregado.
- **Materia prima:** Sustancia natural o artificial que se transforma industrialmente para crear un producto. Cosa que potencialmente sirve para crear algo.

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

3.1.1 EL TIPO DE INVESTIGACION

La presente investigación corresponde al tipo aplicada - innovación, ya que propone una mejora al utilizar sillar como agregado grueso, e innovador debido a que este es un material que no se encuentra en muchos lugares y pese a ello en los lugares donde se explota es un recurso muy vasto.

3.1.2 EL DISEÑO DE INVESTIGACION

Para este caso por ser una investigación del tipo exploratoria – experimental, el desarrollo de esta se realizará mediante ensayos de laboratorio, para posteriormente elaborar testigos de concreto con 5 repeticiones siendo un total de 45 unidades experimentales y un ensayo adicional para conocer más sobre el comportamiento de este material con respecto al aislamiento acústico.

3.2 POBLACION Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

3.2.1 LA POBLACION DE ESTUDIO

Cualquier mezcla de concreto que vaya a ser elaborada en el Laboratorio de Suelos y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna.

3.2.2 LA MUESTRA DE ESTUDIO

- 15 probetas y un bloque de 20x15x10 cm elaborados con piedra chancada como agregado grueso.
- 15 probetas y un bloque de 20x15x10 cm elaborados con sillar blanco como agregado grueso.
- 15 probetas y un bloque de 20x15x10 cm elaborados con sillar rosa como agregado grueso.

3.3 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Tabla 11

Operacionalización de variable independiente

Variable	Dimensión	Indicadores	índice	técnica/instrumento de recolección de datos
sillar como agregado grueso	Granulometría	distribución de partículas	g	observación/ formatos de laboratorios
	peso unitario	suelto y compactado	g/cm ³	
	peso específico	seco y saturado sup. seca	g/cm ³	
	absorción	absorción de agua	%	
	contenido de humedad	Perdida de agua	%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12

Operacionalización de variable dependiente

Variable	Dimensión	Indicadores	índice	técnica/instrumento de recolección de datos
propiedades del concreto f'c=175kg/cm ²	resistencia a la compresión	presión de falla a la compresión	Kgf/cm ²	observación/ formatos de laboratorios
	peso unitario	Densidad	Kg/m ³	
	aislamiento acústico	porcentaje de aislamiento	%	

Fuente: Elaboración propia

3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

3.4.1 MUESTREO DE LOS AGREGADOS

El muestreo de los agregados se realizó de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.010:2016 “Agregados. Extracción y Preparación de las Muestras”.

Realizar el muestreo de agregado es muy importante debido a que tomando una serie de muestras individuales representativas se podrá realizar ensayos de laboratorio para conocer sus propiedades físico mecánicas. Existen variedad de procedimientos para poder reducir las muestras con el fin de poder realizar los ensayos correspondientes, dentro de ellos el más utilizado es el cuarteo manual.

EQUIPO Y MATERIALES

- Balanza
- Pala de borde recto
- Lona
- Taras
- Agregado fino
- Agregado grueso

PROCEDIMIENTO

- Se coloca la muestra sobre una superficie limpia y se homogeniza hasta obtener una pirámide cónica.
- Se aplana la punta de la pirámide hasta obtener una superficie uniforme
- Se divide el agregado en cuatro partes iguales.
- Se toma dos muestras contrarias y se separa del resto del material para volver a repetir el procedimiento.
- El material eliminado se depositó sobre las lonas y el material a utilizarse se coloca en las taras.

3.4.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

El análisis granulométrico se realizó según la norma NTP 400.012:2018 "Agregados, Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global".

La granulometría de los agregados se usa para determinar la gradación o distribución del tamaño de partículas.

Para realizar el presente análisis se necesitarán los siguientes juegos de tamices: para Ag. Grueso son 1 ½", 1", ¾", 1/2", 3/8", N°4, N°8 y para Ag. Fino son 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100. N°200.

El tamaño máximo nominal del agregado grueso es otro parámetro que se deriva del análisis granulométrico y está definido como aquel que corresponde el menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

El módulo de fineza que llamaremos más adelante como "mf" del agregado fino deberá estar dentro de los límites de ± 0.2 del valor asumido por la selección de las proporciones del concreto. Es recomendable que los valores asumidos estén ubicados entre 2.30 y 3.10. Si se excede el límite de ± 0.2 , durante la inspección será rechazado.

Equipo y Materiales:

- Taras
- Balanza electrónica
- Recipientes
- Cuchara
- Tamices
- Agregados

Procedimiento para realizar el análisis granulométrico de los agregados:

- Se cuarteó los agregados para tomar una muestra de representativa
- Seleccionar los tamices de acuerdo al tipo de agregado que se vaya a usar (agregado fino o grueso), pesarlos y ordenarlos de manera decreciente.
- Para realizar el tamizado manual, se colocó los tamices sobre una superficie fija y se realizaron movimientos circulares hasta observar que no pase de un tamiz a otro.
- Luego de realizar el tamizado manual se procedió a desarmar la torre de tamices y se pesó cada uno de ellos con el material retenido. Registrar cada peso obtenido.
- Finalmente realizar cálculos respectivos del ensayo

Fórmulas:

- Porcentaje retenido parcial:

$$\%Rp = \frac{Pr}{Pm} \times 100$$

Donde:

- %Rp= Porcentaje retenido parcial
- Pr= Peso retenido en el tamiz
- Pm=Peso de la muestra

- Porcentaje retenido acumulado:

$$\%Ra = \Sigma \%Rp$$

Donde:

- %Ra= Porcentaje retenido acumulado
- $\Sigma \%Rp$ =Sumatoria del porcentaje retenido parcial

➤ Porcentaje que pasa el tamiz:

$$\%Pt = 100 - \%Ra$$

Donde:

- %Pt=Porcentaje que pasa el tamiz
- %Ra=Porcentaje retenido acumulado

➤ Módulo de fineza del agregado fino:

Módulo de fineza del agregado fino se obtendrá por la suma de los porcentajes retenidos acumulados del material en cada uno de los tamices ya mencionados y dividido por 100.

$$M.F = \frac{\sum \% Ret. Acum (N^{\circ}04 + N^{\circ}08 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

Donde:

- Mf= Módulo de fineza
- %Ra=Porcentaje retenido acumulado

Para realizar la curva granulométrica se necesitaron las siguientes tablas con los límites que corresponden a la Norma ASTM C-33 o su equivalente NTP 400.037.

Tabla 13

Límites de granulometría para agregado fino

TAMIZ		% que pasa
3/8"	9.5 mm	100
N°04	4.75mm	95 a 100
N°08	2.36mm	80 a 100
N°16	1.18 mm	50 a 85
N°30	600 um	25 a 60
N°50	300 um	10 a 30
N°100	150um	2 a 10

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037

Elaboración: propia

Tabla 14*Clasificación de la arena por su módulo de fineza*

Tipo	Módulo de fineza
Gruesa	2.9 - 3.2 gramos
Media	2.2 - 2.9 gramos
Fina	1.5 - 2.2 gramos
Muy fina	1.5 gramos

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037

Elaboración: propia

Tabla 15*Límites de granulometría para agregado grueso*

Tamaño o Nominal	% que pasa por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°04	N°08
2"	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0.5	-
1 1/2"	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0.5	-
1"	-	100	95-100	-	25-60	-	0.1	0.5
3/4"	-	-	100	90-100	-	20-55	0.1	0.5
1/2"	-	-	-	-	90-100	40-70	0.15	0.5
3/8"	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0.1

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037

Elaboración: propia

3.4.3 PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

El peso unitario de los agregados según la norma NTP 400.017:2016 "Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados".

Esta Norma Técnica Peruana se usa para la determinación de la densidad de la masa ("Peso Unitario") de la muestra suelta o compactada, y evalúa los vacíos entre partículas.

Los pesos unitarios pueden ser sueltos (P.U.S) cuando se vierte el material a partir de una altura que no exceda de 50 mm del borde superior del recipiente cilíndrico hasta enrasarlo; y los pesos unitarios compactados (P.U.C) cuando las partículas del agregado han sido compactadas, incrementando el grado de acomodamiento de estas.

Para hallar el peso unitario de los agregados se necesitan los siguientes equipos y materiales:

- Agregados
- Balanza electrónica
- Varilla de apisonado
- Recipiente cilíndrico de metal
- Pala o cucharón

El procedimiento que se usa para determinar el peso unitario suelto y compactado es el siguiente:

Para obtener el: Volumen del Recipiente (V)

- Se pesa en la balanza electrónica el recipiente cilíndrico de metal
- Se mide con una regla el diámetro y la altura del recipiente cilíndrico de metal
- Finalmente se halla el volumen del recipiente donde se depositará el material correspondiente

Para obtener el: Peso unitario suelto (PUS)

- Se llena el recipiente hasta el rebose con la ayuda de una pala o cucharón, dejando caer el material de una altura que no exceda de los 50 mm encima del borde superior del mismo
- Enrasar el excedente del material para equilibrar vacíos
- Luego pesar el recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío
- Finalmente calcular el peso unitario suelto (M_x):

$$M_x = \frac{(Masa\ del\ recipiente\ con\ agregado) - (Masa\ del\ recipiente\ vacío)}{Volumen\ del\ recipiente}$$

Para obtener el: Peso unitario compactado (PUC)

- Se llena el recipiente en 3 capas aprox. Iguales
- Se apisona el material con una barra compactadora de 5/8", dando 25 golpes distribuidos de manera uniforme sobre cada capa
- Se enrasa el recipiente utilizando la barra de 5/8" como regla
- Luego se pesa para la masa del recipiente más su contenido
- Finalmente calcular el peso unitario compactado (M_y)

$$M_y = \frac{(Masa\ del\ recipiente\ con\ agregado) - (Masa\ del\ recipiente\ vacio)}{Volumen\ del\ recipiente}$$

3.4.4 PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO

Se utilizó la NTP 339.046:2013, (Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

Para hallar el peso unitario del concreto fresco se necesitan los siguientes equipos y materiales:

- Balanza
- Barra compactadora: Que es una varilla cilíndrica de acero recta de 16x600mm.
- Recipiente de medida
- Placa de alisado
- Mazo
- Cuchara

El procedimiento que se usa para determinar el peso unitario del concreto fresco es el siguiente:

- Seleccionar método de consolidación, puede ser por apisonado o vibración
- Colocar el hormigón (concreto) en el recipiente de metal utilizando la cuchara. Enseguida mover esta para obtener una distribución homogénea del hormigón (concreto) con segregación mínima.
- Llenar el recipiente de metal de acuerdo al número de capas requeridas por el método seleccionado.
- Este ensayo se realizará por el método de apisonado, el cual consiste en llenar el recipiente en tres capas de aprox. Igual volumen. Se debe

apisonar cada capa con 25 golpes de la barra compactadora las cuales deberán ser repartidas de una manera uniforme sobre la sección transversal del recipiente. Luego de haber apisonado cada capa se debe golpear con el mazo de goma de unos 10 a 15 veces a los lados del recipiente, usando la fuerza apropiada para cerrar cualquier poro que hubiese quedado por el apisonado y eliminar las burbujas de aire atrapadas.

- Después de la consolidación, se debe revisar que este no contenga un exceso o falta de hormigón para poder alisar y terminar suavemente la superficie esto se logra con la ayuda de una placa plana de alisado que se usa con gran cuidado para dejar el recipiente de medida nivelado y lleno.
- Al finalizar el alisado de la superficie se limpia todo el hormigón (concreto) en exceso y adherido a las paredes exteriores del recipiente de metal y luego se determina la masa del hormigón.

Necesitamos las siguientes variables para poder realizar los cálculos.

M_c masa del recipiente de medida lleno de hormigón, en kg.

M_m masa del recipiente de medida, en kg.

V_m volumen del recipiente de medida, en m^3

D densidad (peso unitario) del hormigón (concreto), en kg/m^3

Para calcular la densidad la misma norma nos indica la siguiente formula:

$$D = (M_c - M_m) / V_m$$

3.4.5 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

3.4.5.1 PESO ESPECÍFICO

Para realizar el ensayo de peso específico se empleó la NTP 400.021:2018 “Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso” y la NTP 400.022:2018 “Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”.

AGREGADO GRUESO

Según norma (AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso) NTP 400.021:2018 el peso específico o también llamada densidad relativa es la relación de la densidad de un material a la densidad del agua, los valores son adimensionales.

Procedimiento:

- Seleccionar la muestra del agregado
- Sumergir la muestra en un recipiente de agua durante 24 horas aproximadamente, para que el agregado pueda absorber el agua.
- Pasado el tiempo indicado; para agregado fino, extender la muestra al sol durante una hora para saturarla, en caso del agregado grueso secar manualmente con una franela.
- Tomar tres muestras aprox. De 500 gr. Del agregado grueso en condición saturado superficialmente seco (SSS)
- Llenamos una probeta hasta una altura aproximada de 500ml e introducimos la muestra de agregado grueso con mucho cuidado
- Anotar el volumen desplazado
- Finalmente calcular el peso específico de la siguiente manera:

$$Pe = \frac{\text{Muestra saturada superficialmente seco}}{\text{Volumen final}}$$

$$V_{final} = V_{agua+muestra} - V_{inicial\ de\ agua}$$

AGREGADO FINO

Según la norma NTP 400.022:2018 “Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”, el peso específico o también llamada densidad relativa es la relación de la densidad de un material a la densidad del agua, los valores son adimensionales.

Procedimiento:

- Seleccionar la muestra del agregado
- Sumergir la muestra en un recipiente de agua durante 24 horas aproximadamente, para que el agregado pueda absorber el agua.

- Pasado el tiempo indicado; para agregado fino, extender la muestra al sol durante una hora para saturarla, en caso del agregado grueso secar manualmente con una franela.
- Tomar tres muestras aprox. De 500 gr. Del agregado fino en condición saturado superficialmente seco (SSS)
- Colocar las muestras en 3 fiolas con ayuda del embudo y pesar
- Calentar las fiolas en baño María, retirándola cada cierto tiempo para agitarla y sacar las burbujas de aire
- Dejar enfriar 18 a 24 horas, luego agregar agua hasta la altura marcada de la fiola y pesar
- Desechar la muestra, limpiar la fiola y volver a llenar con agua hasta la altura marcada y pesar.
- Finalmente calcular el peso específico de la siguiente manera:

$$P_e = \frac{\text{Muestra saturada superficialmente seco}}{\text{Volumen final}}$$

$$V_{final} = V_{Probeta+muestra} - V_{probeta}$$

3.4.5.2 PORCENTAJE DE ABSORCION DE LOS AGREGADOS

Para realizar el ensayo de absorción, se empleó la NTP 400.021:2018 “Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso” y la NTP 400.022:2018 “Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino”

La absorción es la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido en agua por 24 horas, esta se expresa en porcentaje de peso seco.

Materiales y equipos:

- Agregados: Muestras fino y grueso para el análisis
- Balanza electrónica
- Taras
- Horno
- Tamiz N°04
- Cono y barra compactadora: que se usa para verificar si la muestra está saturada superficialmente seca

El procedimiento que se usa para determinar el porcentaje de absorción es el siguiente:

- Hallar el peso del agregado en condición saturado superficialmente seco, para ello se debe tomar una muestra representativa del agregado, si se fuera hacer para agregado fino pasar por la malla N°04.
- Sumergir la muestra en un recipiente de agua durante 24 horas aproximadamente, para que el agregado pueda absorber el agua.
- Pasado el tiempo indicado; para agregado fino, extender la muestra al sol durante una hora para saturarla, en caso del agregado grueso secar manualmente con una franela.
- En caso del agregado fino, una vez se obtenga la muestra saturada se realiza el ensayo de cono de absorción, llenado este con la muestra hasta que desborde, apisonar dándole 25 golpes ligeros. Un desplome ligero del agregado moldeado indica que este ha alcanzado una condición de superficialmente seco.
- Luego pesar 300 gr (agregado fino) y 500 gr (agregado grueso), de la muestra superficialmente seca saturada (SSS) y llevarla al horno por un periodo de 8 a 9 horas, sacar y pesar nuevamente
- Finalmente calcular el porcentaje de absorción con la siguiente fórmula:

$$Ab, (\%) = \frac{(\text{Peso saturado superficialmente seco}) - (\text{Peso seco})}{(\text{Peso seco})} \times 100$$

3.4.6 CONTENIDO DE HUMEDAD

Para realizar el contenido de humedad, se empleó la norma NTP 339.137:2014 “Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo”

El procedimiento para determinar el contenido de humedad es el siguiente:

- Tomar una muestra de agregado
- Colocar la muestra húmeda en un recipiente previamente tarado
- Pesar el recipiente junto con la muestra, anotar y colocarla en el horno durante 24 horas con una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Luego determinar la masa de la muestra seca, esperando unos 10 min para que esta se enfríe y no dañe la balanza.
- Calcular el contenido de humedad (P (%)):

$$P(\%) = \frac{(Masa\ de\ la\ muestra\ humeda) - (Masa\ de\ la\ muestra\ seca)}{Masa\ de\ la\ muestra\ seca} \times 100$$

3.4.7 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

El asentamiento del concreto se encuentra normado en la NTP 339.035 (Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso unitario") y los vacíos en los agregados., 2011) y la ASTM C 143.

Este ensayo es preventivo más que correctivo; por lo que es de suma importancia su realización. Además este ensayo busca garantizar el cumplimiento de las especificaciones del concreto en estado endurecido.

Equipo:

- Cono de Abrams y plancha metálica rígida
- Varilla compactadora: Lisa, de punta semiesférica
- Cucharón
- Dispositivo de medida: Wincha o regla metálica

Procedimientos preliminares:

- Mezclar la muestra de concreto para homogenizarla
- Humedecer los elementos que van a estar en contacto con el concreto
- Colocar el cono sobre una superficie plana y rígida.

El ensayo consiste en colocar el cono humedecido previamente con agua sobre una base plana metálica, para poder llenar está en 3 capas y compactarlas con 25 golpes cada capa repartidos de manera uniforme, es importante recalcar que no se debe llenar por alturas, sino por volúmenes.

Cuando se termina la última capa, se enrasa el cono de Abrams y se levanta en un tiempo de 5+/- 2 segundos en un solo movimiento. Luego se coloca el cono en forma invertida al lado del cono de concreto, se medirá la diferencia de altura entre ambos, siendo este su asentamiento.

3.4.8 AISLAMIENTO ACÚSTICO

Se realizó el ensayo de aislamiento acústico a ruido aéreo a bloques de concreto, los materiales utilizados para este ensayo fueron:

- 2 planchas de tecnopor
- Cinta aislante
- Silicona líquida
- 2 teléfonos celulares que tengan instalado la aplicación de iNVH que es un sonómetro de la empresa Bosch engineering & bussiness solutions
- 1 teléfono celular que tenga instalada la aplicación Frequency Sound Generator de la empresa LuxDeLuz

Para el ensayo fue necesario diseñar un módulo de tecnopor que tendrá todos los lados cubiertos, los vértices unidos y sellados por cinta aislante y silicona. El módulo presentará dos ambientes; emisor y receptor, los cuales estarán divididos por un bloque de concreto.

Se colocan los celulares con la aplicación de sonómetro en la parte central de cada ambiente y en el ambiente emisor se coloca un celular con la aplicación que genera el sonido.

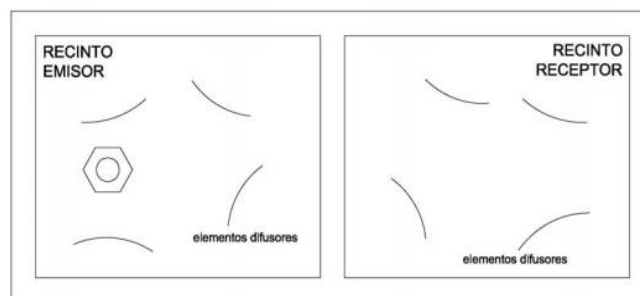


Figura 9 ensayo de aislamiento acústico

Fuente: Menéndez 2008

La norma UNE-EN ISO 717-1 nos dice lo siguiente para determinar el aislamiento acústico.

“El aislamiento bruto a ruido aéreo de un recinto respecto a otro, es la diferencia entre el nivel de presión sonora medido en el local emisor y el nivel de presión sonora medido en el local receptor” (AENOR 2013:28)

De lo anteriormente citado se deduce que el aislamiento acústico se obtiene de la siguiente ecuación:

$$D = Le - Lr$$

Siendo:

Le: nivel de presión sonora del ambiente emisor

Lr: nivel de presión sonora del ambiente receptor

3.5 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

3.5.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

Análisis granulométrico por tamizado NTP 400.012, con material de la Cantera Arunta.

Tabla 16

Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	ASTM	
3/8"	9.525	0	0.000	0.000	100.000	100	100
N°04	4.760	37	5.898	5.898	94.102	95	100
N°08	2.380	82.8	13.199	19.098	80.902	80	100
N°16	1.190	102.3	16.308	35.406	64.594	50	85
N°30	0.590	126.3	20.134	55.540	44.460	25	60
N°50	0.300	174.4	27.802	83.341	16.659	20	30
N°100	0.149	79.6	12.689	96.031	3.969	2	10
N°200	0.074	21.1	3.364	99.394	0.606	0	0
BASE		3.8	0.606	100.000	0.000		
TOTAL		627.3	W. Muestra natural (gr) =		630.3		
% de error		0.48	Módulo de Fineza		=	2.95	

Fuente: Elaboración propia

Elaboración: propia

Masa inicial: 630.3

Masa Final: 627.3

Se obtuvo un error de:

En gramos: $Masa\ inicial - Masa\ final = 630.3 - 627.3 = 3.00\ gramos$

En porcentaje:

$$Error = \frac{630.3 - 627.3}{630.3} * 100$$

$$Error = 2.05 \%$$

Entonces por existir un error, se debe realizar una corrección:

$$correccion = \frac{error\ en\ gramos}{\# de\ tamices\ donde\ se\ retuvo\ la\ masa}$$

$$correccion = \frac{3.00}{7} = 0.429\ gr$$

Tabla 17

Análisis granulométrico del agregado fino corregido

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	ASTM	
3/8"	9.525	0	0.000	0.000	100.000	100	100
N°04	4.760	37.429	5.938	5.938	94.062	95	100
N°08	2.380	83.229	13.205	19.143	80.857	80	100
N°16	1.190	102.729	16.298	35.441	64.559	50	85
N°30	0.590	126.729	20.106	55.547	44.453	25	60
N°50	0.300	174.829	27.737	83.285	16.715	20	30
N°100	0.149	80.029	12.697	95.982	4.018	2	10
N°200	0.074	21.529	3.416	99.397	0.603	0	0
BASE		3.8	0.603	100.000	0.000		
TOTAL		630.3			W. Muestra natural (gr) =	630.3	
% de error		0.00			Módulo de Fineza	= 2.95	

Fuente: Elaboración propia

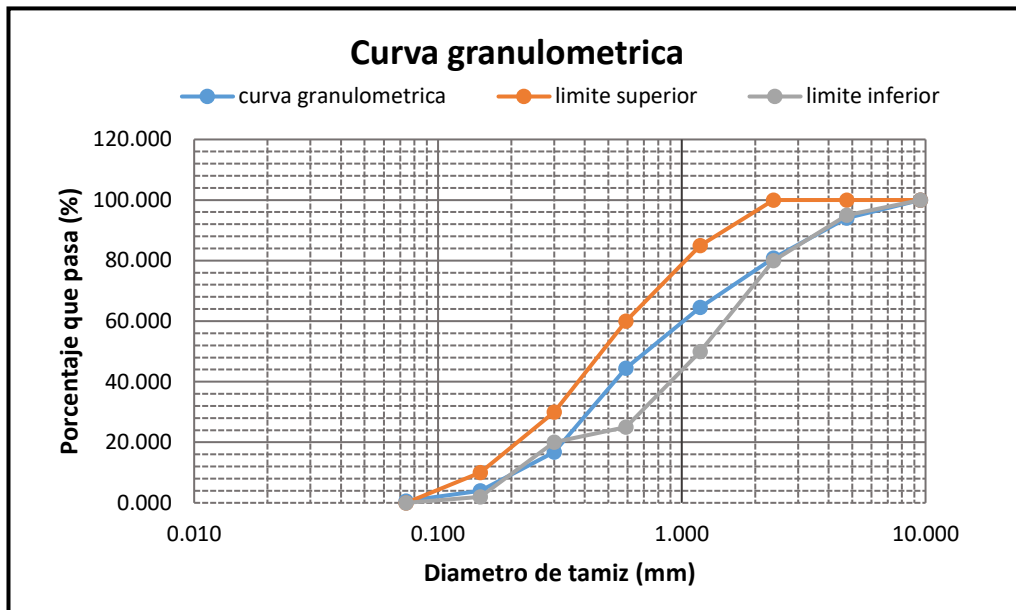


Figura 10 Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Tabla 18

Peso Unitario suelto del agregado fino (PUS)

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Volumen del molde	cm ³	9555.96	9555.96	9555.96
Peso del molde	gr.	4461.00	4461.00	4461.00
Peso del molde + muestra	gr.	19509.00	19613.00	19685.00
Peso de la muestra	gr.	15048.00	15152.00	15224.00
Peso unitario	gr./cm ³	1.57	1.59	1.59
Peso unitario promedio	gr./cm ³		1.584	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19*Peso unitario compactado del agregado fino (PUC)*

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Volumen del molde	cm ³	9555.96	9555.96	9555.96
Peso del molde	gr.	4461.00	4461.00	4461.00
Peso del molde + muestra	gr.	20710.00	20636.00	20970.00
Peso de la muestra	gr.	16249.00	16175.00	16509.00
Peso unitario	gr./cm ³	1.70	1.69	1.73
Peso unitario promedio	gr./cm ³		1.707	

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**Tabla 20***Peso específico del agregado fino*

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la fiola + agua	gr.	649.1	668.2	652.4
Peso de la fiola + agua + muestra	gr.	977.1	959	960.4
Peso de la Muestra (SSS)	gr.	503.4	506.4	508.8
Volumen desplazado	cm ³	175.4	215.6	200.8
Peso específico	gr./cm ³	2.870	2.349	2.534
Peso específico promedio	gr./cm ³		2.584	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Porcentaje de absorción del agregado fino

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la tara	gr.	62.00	53.00	74.00
Peso de la tara + Muestra	gr.	368.00	360.00	376.00
Peso de la Muestra (SSS)	gr.	306.00	307.00	302.00
Peso de la tara + Muestra seca	gr.	363.00	356.00	371.00
Muestra seca	gr.	301.00	303.00	297.00
Peso del agua	gr.	5.00	4.00	5.00
Porcentaje de absorción	%	1.66	1.32	1.68
Promedio de porcentaje de absorción	%		1.555	

Fuente: Elaboración propia

3.5.4 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

Tabla 22

Contenido de humedad del agregado fino

MUESTRA N°	UN D.	1	2	3
Peso de la tara	gr.	68.30	73.80	72.70
Peso de la tara + Muestra húmeda	gr.	568.60	574.40	573.70
Peso de la Muestra húmeda	gr.	500.30	500.60	501.00
Peso de la tara + Muestra seca	gr.	556.70	563.20	563.10
Muestra seca	gr.	488.40	489.40	490.40
Peso del agua	gr.	11.90	11.20	10.60
Porcentaje de humedad	%	2.44	2.29	2.16
Porcentaje de contenido de humedad	%		2.296	

Fuente: Elaboración propia

3.5.5 GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

Tabla 23

Granulometría del agregado grueso grava

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	ASTM	
						Inferior	Superior
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.000	100.000	100	100
1"	25.400	840.00	16.71	16.713	83.287	95	100
3/4"	19.050	1969.00	39.18	55.889	44.111		
1/2"	12.700	1598.00	31.79	87.684	12.316	25	60
3/8"	9.525	436.00	8.67	96.359	3.641		
N°4	4.760	181.00	3.60	99.960	0.040	0	10
N°8	2.380	1.00	0.02	99.980	0.020	0	5
N°16	1.190	1.00	0.02	100.000	0.000		
N°30	0.595						
N°50	0.300						
N°100	0.149						
N°200	0.074						
BASE		0.00					
TOTAL		5026.00	Mf=	8.522			

Fuente: Elaboración propia

Masa inicial: 5035 gr

Masa Final: 5026 gr

Se obtuvo un error de:

En gramos: Masa inicial – Masa final = 5035 – 5026 = 9.00 gramos

En porcentaje:

$$\text{Error} = \frac{5035 - 5026}{5035} * 100$$

$$\text{Error} = 0.18 \%$$

Entonces por existir un error, se debe realizar una corrección:

$$\text{correccion} = \frac{\text{error en gramos}}{\# \text{ de tamices donde se retuvo la masa}}$$

$$\text{correccion} = \frac{9.00}{6} = 1.50 \text{ gr}$$

Tabla 24

Granulometría del agregado grueso grava corregido

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	ASTM	
						Inferior	Superior
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.000	100.000	100	100
1"	25.400	841.50	16.71	16.713	83.287	95	100
3/4"	19.050	1970.50	39.14	55.849	44.151		
1/2"	12.700	1599.50	31.77	87.617	12.383	25	60
3/8"	9.525	437.50	8.69	96.306	3.694		
N°4	4.760	182.50	3.62	99.930	0.070	0	10
N°8	2.380	2.50	0.05	99.980	0.020	0	5
N°16	1.190	1.00	0.02	100.000	0.000		
N°30	0.595						
N°50	0.300						
N°100	0.149						
N°200	0.074						
BASE		0.00					
TOTAL		5035.00		Mf= 8.521			

Fuente: Elaboración propia

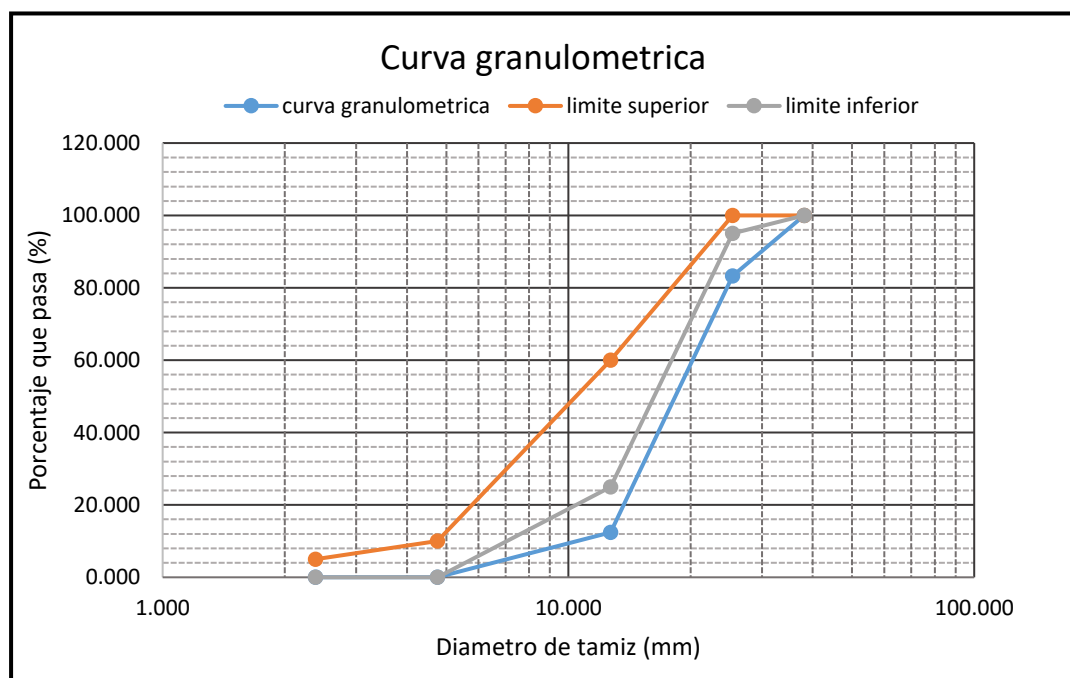


Figura 11 Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia

La granulometría del sillar no se encuentra dentro de los parámetros, puesto que se está utilizando el material tal y como está en la cantera; seleccionando solo el material pasante por la malla de 1 1/2" sin someterlo a un proceso de chancado, es por esto que se optó por usar piedra o grava con una granulometría similar a la del sillar para poder tener características similares.

El sillar es un material que puede ser sometido a un proceso de chancado para lograr una granulometría que se adecue a las exigencias de la norma o a las exigencias de cualquier diseño de mezcla.

Tabla 25

Granulometría del agregado grueso sillar blanco

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	ASTM	
						Inferior	Superior
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	611.00	12.02	12.02	87.98	95	100
3/4"	19.050	2080.00	40.90	52.92	47.08		
1/2"	12.700	1880.00	36.97	89.89	10.11	25	60
3/8"	9.525	324.00	6.37	96.26	3.74		
N°4	4.760	146.00	2.87	99.13	0.87	0	10
N°8	2.380	13.00	0.26	99.39	0.61	0	5
N°16	1.190	2.00	0.04	99.43	0.57		
N°30	0.595	6.00	0.12	99.55	0.45		
N°50	0.300	13.00	0.26	99.80	0.20		
N°100	0.149	10.00	0.20	100.00	0.00		
N°200	0.074	0.00	0.00		100.00		
BASE							
TOTAL		5085.000	Mf=	7.46			

Fuente: Elaboración propia

Masa inicial: 5100 gr

Masa Final: 5085 gr

Se obtuvo un error de:

En gramos: Masa inicial – Masa final = 5100 – 5085 = 15.00 gramos

En porcentaje:

$$\text{Error} = \frac{5100 - 5085}{5100} * 100$$

$$\text{Error} = 0.29 \%$$

Entonces por existir un error, se debe realizar una corrección:

$$\text{correccion} = \frac{\text{error en gramos}}{\# \text{ de tamices donde se retuvo la masa}}$$

$$\text{correccion} = \frac{15.00}{6} = 2.50 \text{ gr}$$

Tabla 26

Granulometría del agregado grueso sillar blanco corregido

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	ASTM	
						Inferior	Superior
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	613.50	12.03	12.03	87.97	95	100
3/4"	19.050	2082.50	40.83	52.86	47.14		
1/2"	12.700	1882.50	36.91	89.77	10.23	25	60
3/8"	9.525	326.50	6.40	96.18	3.82		
N°4	4.760	148.50	2.91	99.09	0.91	0	10
N°8	2.380	15.50	0.30	99.39	0.61	0	5
N°16	1.190	2.00	0.04	99.43	0.57		
N°30	0.595	6.00	0.12	99.55	0.45		
N°50	0.300	13.00	0.25	99.80	0.20		
N°100	0.149	10.00	0.20	100.00	0.00		
N°200	0.074	0.00	0.00		100.00		
BASE							
TOTAL		5100.000	Mf=	7.46			

Fuente: Elaboración propia

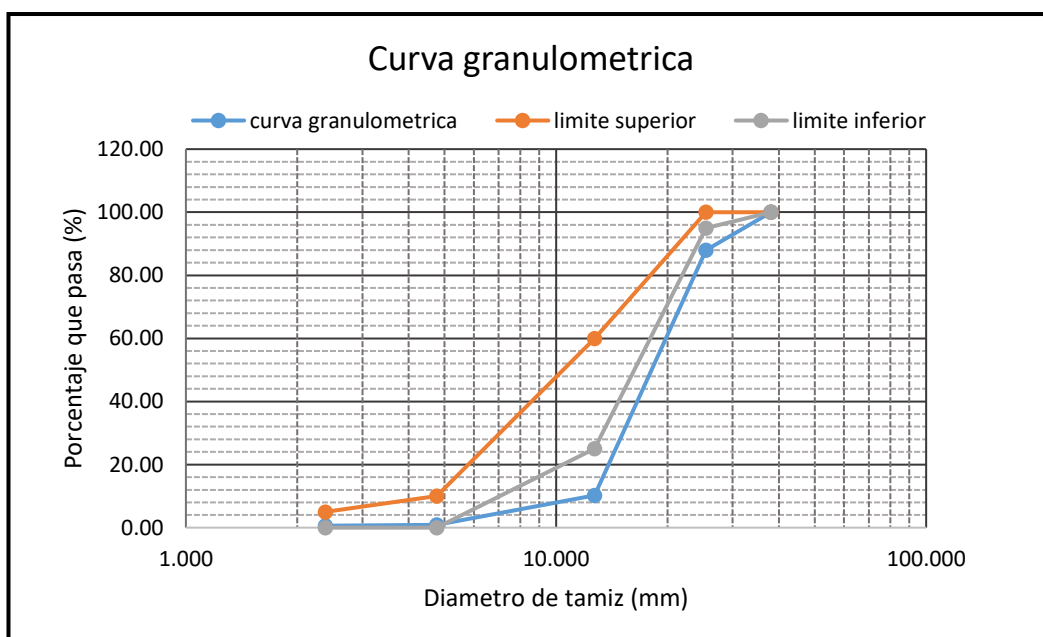


Figura 12 Curva granulométrica - sillar blanco

Fuente: Elaboración propia

La granulometría del sillar no se encuentra dentro de los parámetros, puesto que se está utilizando el material tal y como está en la cantera; seleccionando solo el material pasante por la malla de 1 ½" sin someterlo a un proceso de chancado.

Tabla 27

Granulometría del agregado grueso sillar rosado

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	ASTM	
						Inferior	Superior
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	947.00	19.64	19.64	80.36	95	100
3/4"	19.050	2367.00	49.10	68.74	31.26		
1/2"	12.700	1276.00	26.47	95.21	4.79	25	60
3/8"	9.525	125.00	2.59	97.80	2.20		
N°4	4.760	52.00	1.08	98.88	1.12	0	10
N°8	2.380	7.00	0.15	99.03	0.97	0	5
N°16	1.190	0.00	0.00	99.03	0.97		
N°30	0.595	5.00	0.10	99.13	0.87		
N°50	0.300	28.00	0.58	99.71	0.29		
N°100	0.149	14.00	0.29	100.00	0.00		
N°200	0.074	0.00	0.00				
BASE							
TOTAL		4821.000			Mf= 7.62		

Fuente: Elaboración propia

Masa inicial: 4840 gr

Masa Final: 4821 gr

Se obtuvo un error de:

En gramos: Masa inicial – Masa final = 4840 – 4821 = 19.00 gramos

En porcentaje:

$$\text{Error} = \frac{4840 - 4821}{4840} * 100$$

$$\text{Error} = 0.39 \%$$

Entonces por existir un error, se debe realizar una corrección:

$$\text{correccion} = \frac{\text{error en gramos}}{\# \text{ de tamices donde se retuvo la masa}}$$

$$\text{correccion} = \frac{19.00}{6} = 3.167 \text{ gr}$$

Tabla 28

Granulometría del agregado grueso sillar rosado corregido

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	ASTM	
						Inferior	Superior
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.400	950.17	19.63	19.63	80.37	95	100
3/4"	19.050	2370.17	48.97	68.60	31.40		
1/2"	12.700	1279.17	26.43	95.03	4.97	25	60
3/8"	9.525	128.17	2.65	97.68	2.32		
N°4	4.760	55.17	1.14	98.82	1.18	0	10
N°8	2.380	10.17	0.21	99.03	0.97	0	5
N°16	1.190	0.00	0.00	99.03	0.97		
N°30	0.595	5.00	0.10	99.13	0.87		
N°50	0.300	28.00	0.58	99.71	0.29		
N°100	0.149	14.00	0.29	100.00			
N°200	0.074	0.00	0.00				
BASE							
TOTAL		4840.000			Mf= 7.62		

Fuente: Elaboración propia

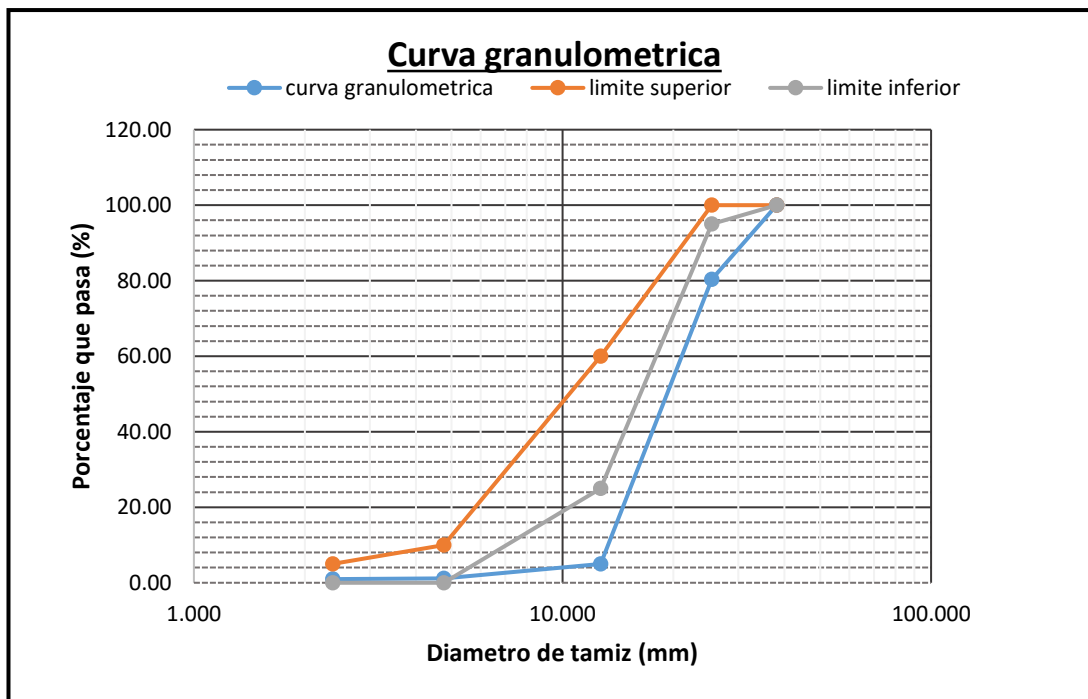


Figura 13 Curva Granulométrica - sillar rosado

Fuente: Elaboración propia

La granulometría del sillar no se encuentra dentro de los parámetros, puesto que se está utilizando el material tal y como está en la cantera; seleccionando solo el material pasante por la malla de 1 ½" sin someterlo a un proceso de chancado.

3.5.6 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

Tabla 29

Peso unitario suelto del agregado grueso grava

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Volumen del molde	cm ³	9555.96	9555.96	9555.96
Peso del molde	gr.	4475.00	4475.00	4475.00
Peso del molde + muestra	gr.	19932.00	19766.00	19844.00
Peso de la muestra	gr.	15457.00	15291.00	15369.00
Peso unitario	gr./cm ³	1.62	1.60	1.61
Peso unitario promedio	gr./cm ³		1.609	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30

Peso unitario compactado del agregado grueso grava

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Volumen del molde	cm ³	9555.96	9555.96	9555.96
Peso del molde	gr.	4461.00	4461.00	4461.00
Peso del molde + muestra	gr.	20674.00	20498.00	20523.00
Peso de la muestra	gr.	16213.00	16037.00	16062.00
Peso unitario	gr./cm ³	1.70	1.68	1.68
Peso unitario promedio	gr./cm ³		1.685	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Peso unitario suelto del agregado grueso sillar rosado

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Volumen del molde	cm ³	9555.96	9555.96	9555.96
Peso del molde	gr.	4029.00	4029.00	4029.00
Peso del molde + muestra	gr.	11356.00	11277.00	11278.00
Peso de la muestra	gr.	7327.00	7248.00	7249.00
Peso unitario	gr./cm ³	0.77	0.76	0.76
Peso unitario promedio	gr./cm ³		0.761	

Fuente: Elaboración propia**Tabla 32**

Peso unitario compactado del agregado grueso sillar rosado

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Volumen del molde	cm ³	9555.96	9555.96	9555.96
Peso del molde	gr.	4029.00	4029.00	4029.00
Peso del molde + muestra	gr.	11970.00	12134.00	12028.00
Peso de la muestra	gr.	7941.00	8105.00	7999.00
Peso unitario	gr./cm ³	0.83	0.85	0.84
Peso unitario promedio	gr./cm ³		0.839	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33

Peso unitario suelto del agregado grueso sillar blanco

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Volumen del molde	cm ³	9555.96	9555.96	9555.96
Peso del molde	gr.	4029.00	4029.00	4029.00
Peso del molde + muestra	gr.	10289.00	10338.00	10247.00
Peso de la muestra	gr.	6260.00	6309.00	6218.00
Peso unitario	gr./cm ³	0.66	0.66	0.65
Peso unitario promedio	gr./cm ³		0.655	

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 34**

Peso unitario compactado del agregado grueso sillar blanco

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Volumen del molde	cm ³	9555.96	9555.96	9555.96
Peso del molde	gr.	4029.00	4029.00	4029.00
Peso del molde + muestra	gr.	11018.00	11104.00	11009.00
Peso de la muestra	gr.	6989.00	7075.00	6980.00
Peso unitario	gr./cm ³	0.73	0.74	0.73
Peso unitario promedio	gr./cm ³		0.734	

Fuente: Elaboración propia

3.5.7 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

Tabla 35

Peso específico del agregado grueso

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la muestra seca	gr.	307	301	302
Volumen inicial	cm ³	300	300	300
Volumen final	cm ³	415	415	420
Volumen desplazado	cm ³	115	115	120
Peso específico	gr./cm ³	2.670	2.617	2.517
Peso específico promedio	gr./cm ³		2.601	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

Porcentaje de absorción del agregado grueso

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la tara	gr.	80.00	86.00	76.00
Peso de la tara + Muestra	gr.	481.00	495.00	477.00
Peso de la Muestra (SSS)	gr.	401.00	409.00	401.00
Peso de la tara + Muestra seca	gr.	477.00	492.00	474.00
Muestra seca	gr.	397.00	406.00	398.00
Peso del agua	gr.	4.00	3.00	3.00
Porcentaje de absorción	%	1.01	0.74	0.75
Promedio de porcentaje de absorción	%		0.833	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37

Peso específico del agregado grueso sillar rosado

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la muestra seca	gr.	300.2	300.4	301.1
Volumen inicial	cm3	300	300	300
Volumen final	cm3	470	470	470
Volumen desplazado	cm3	170	170	170
Peso específico	gr./cm3	1.766	1.767	1.771
Peso específico promedio	gr./cm3		1.768	

Fuente: Elaboración propia**Tabla 38**

Porcentaje de absorción del agregado grueso sillar rosado

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la tara	gr.	177.30	174.50	182.00
Peso de la tara + Muestra	gr.	679.50	676.00	683.20
Peso de la Muestra (SSS)	gr.	502.20	501.50	501.20
Peso de la tara + Muestra seca	gr.	600.00	595.20	603.80
Muestra seca	gr.	422.70	420.70	421.80
Peso del agua	gr.	79.50	80.80	79.40
Porcentaje de absorción	%	18.81	19.21	18.82
Promedio de porcentaje de absorción	%		18.946	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39

Peso específico del agregado grueso sillar blanco

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la muestra seca	gr.	300	301	301
Volumen inicial	cm ³	300	300	300
Volumen final	cm ³	475	475	480
Volumen desplazado	cm ³	175	175	180
Peso específico	gr./cm ³	1.714	1.720	1.672
Peso específico promedio	gr./cm ³		1.702	

Fuente: Elaboración propia**Tabla 40**

Porcentaje de absorción del agregado grueso sillar blanco

MUESTRA N°	UND.	1	2	3
Peso de la tara	gr.	173.70	176.00	174.00
Peso de la tara + Muestra	gr.	675.40	678.10	676.60
Peso de la Muestra (SSS)	gr.	501.70	502.10	502.60
Peso de la tara + Muestra seca	gr.	560.00	552.10	565.80
Muestra seca	gr.	386.30	376.10	391.80
Peso del agua	gr.	115.40	126.00	110.80
Porcentaje de absorción	%	29.87	33.50	28.28
Promedio de porcentaje de absorción	%		30.552	

Fuente: Elaboración propia

3.5.8 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

Tabla 41

Contenido de humedad del agregado grueso grava

MUESTRA N°	UND	1	2	3
Peso de la tara	gr.	80.30	75.40	86.10
Peso de la tara + Muestra húmeda	gr.	582.60	577.50	586.60
Peso de la Muestra húmeda	gr.	502.30	502.10	500.50
Peso de la tara + Muestra seca	gr.	581.40	576.20	585.20
Muestra seca	gr.	501.10	500.80	499.10
Peso del agua	gr.	1.20	1.30	1.40
Porcentaje de humedad	%	0.24	0.26	0.28
Porcentaje de contenido de humedad	%		0.260	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Contenido de humedad del agregado grueso sillar rosado

MUESTRA N°	UND	1	2	3
Peso de la tara	gr.	114.00	101.50	99.70
Peso de la tara + Muestra húmeda	gr.	619.60	602.30	601.50
Peso de la Muestra húmeda	gr.	505.60	500.80	501.80
Peso de la tara + Muestra seca	gr.	618.70	601.20	600.50
Muestra seca	gr.	504.70	499.70	500.80
Peso del agua	gr.	0.90	1.10	1.00
Porcentaje de humedad	%	0.18	0.22	0.20
Porcentaje de contenido de humedad	%		0.199	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

Contenido de humedad del agregado grueso sillar blanco

MUESTRA N°	UND	1	2	3
Peso de la tara	gr.	73.90	97.80	96.10
Peso de la tara + Muestra húmeda	gr.	576.30	599.20	597.00
Peso de la Muestra húmeda	gr.	502.40	501.40	500.90
Peso de la tara + Muestra seca	gr.	575.40	598.20	596.50
Muestra seca	gr.	501.50	500.40	500.40
Peso del agua	gr.	0.90	1.00	0.50
Porcentaje de humedad	%	0.18	0.20	0.10
Porcentaje de contenido de humedad	%		0.160	

Fuente: Elaboración propia**3.5.9 DISEÑO DE MEZCLA CON EL METODO ACI 211**

El diseño de mezclas se realizó según el método del ACI 211 para una resistencia de $f'c=175$ kg/cm², teniendo como datos iniciales de las muestras las siguientes características:

Tabla 44

Características de los materiales

CARACTERISTICAS	UND	AG FINO	AG GRUESO GRAVA	AG GRUESO SILLAR ROSADO	AG GRUESO SILLAR BLANCO	CEMENTO
Tamaño máximo nominal	-	-	1"	1"	1"	-
Módulo de fineza	-	2.95	8.52	7.62	7.46	-
Contenido de humedad	%	2.296	0.26	0.199	0.16	
Absorción	%	1.55	0.83	18.96	30.55	-
Peso unitario suelto	gr/cm ³	1.584	1.609	0.761	0.655	-
Peso unitario compactado	gr/cm ³	1.707	1.685	0.839	0.734	-
Peso específico	gr/cm ³	2.58	2.6	1.768	1.702	2.85
Agua del servicio de agua potable						

Fuente: Elaboración propia

DISEÑO DE MEZCLA N°01

Muestra: SILLAR ROSADO COMO AGREGADO GRUESO

1. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})

Utilizamos la Tabla 2. De resistencia a la compresión promedio de RNE.

Como resistencia de diseño es menor a 210 utilizamos la siguiente ecuación:

$$f'_{cr} = f'_c + 70$$

$$f'_{cr} = 175 + 70$$

$$f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

2. Selección del tamaño máximo nominal (TMN)

De acuerdo a su granulometría, el primer retenido se da en la malla de 1".

Por lo que decimos que: *Tamaño maximo nominal* = 1

3. Selección del asentamiento SLUMP

La mezcla será de consistencia plástica por lo tanto según la Tabla 3., el asentamiento será:

$$\text{Asentamiento} = 3'' - 4''$$

4. Selección del volumen unitario de agua de diseño

Teniendo el asentamiento de 3" a 4" y un TMN de 1", ubicamos en la Tabla 5., para concreto sin aire incorporado y obtenemos un:

$$\text{Volumen unitario} = 193 \text{ lt/m}^3$$

5. Selección del contenido de aire

Obtenemos el porcentaje de aire atrapado de la Tabla 5.

$$\% \text{ aire atrapado} = 1.5$$

6. Determinación del factor cemento (Fc)

El factor cemento se obtiene dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua - cemento

$$F_c = \frac{\text{Volumen unitario}}{\frac{a}{c}}$$

$$F_c = \frac{193}{0.628}$$

$$F_c = 307.325 \frac{kg}{m^3}$$

Entonces tenemos que el factor cemento o la cantidad de cemento es de 307.325 kg/m³

7. Determinación de la relación agua – cemento (a/c)

Como obtuvimos un f'c = 245 kg/cm² y con un concreto sin aire incorporado; nos ubicamos en la Tabla 5. Y por tabulación obtenemos que:

$$\frac{a}{c} = 0.628$$

8. Determinación del contenido de agregado grueso

Teniendo como datos:

$$\text{Modulo de Fineza} = 2.95$$

$$PUSC.Ag Grueso (\text{sillar Rosado}) = 839.00$$

Ubicamos en la Tabla 7., Y nos damos cuenta que no se encuentra el módulo de fineza de 2.95, por lo que se va a recurrir a la tabulación:

Tabla 45

Tabulación para obtener TMN del Ag. Grueso - Rosado

Mf	TMN
2.8	0.67
2.95	0.655
3	0.65

Fuente: propia

Entonces obtenemos un $TMN = 0.655$

Por lo tanto, podemos obtener el peso de diseño del agregado:

$$Pd\ Ag. = 0.655 * 839.0 = 549.55$$

9. "Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso" (Comité 211 del ACI)

$$Cemento = \frac{307.325}{2.85 * 1000} = 0.1078\ m^3$$

$$Agua = \frac{Ad}{1000} = \frac{193}{1000} = 0.193\ m^3$$

$$Aire = \frac{1.5}{100} = 0.015$$

Entonces el volumen absoluto de la pasta:

$$VAP = 0.1078 + 0.193 + 0.015$$

$$VAP = 0.3158\ m^3$$

Como ya obtuvimos el volumen absoluto de la pasta, ahora podemos hallar el volumen absoluto del agregado.

$$VAA = 1 - 0.3158$$

$$VAA = 0.6842\ m^3$$

10. "Determinación de peso de diseño":

$$Va \text{ Ag. grueso} = \frac{Pd \text{ Ag.}}{(\text{peso específico del Ag. grueso} * 1000)}$$

$$Va \text{ Ag. grueso} = \frac{549.55}{(1.768 * 1000)}$$

$$Va \text{ Ag. grueso} = 0.3108 \text{ m}^3$$

$$Va \text{ Ag. fino} = VAA - Va \text{ Ag. grueso}$$

$$Va \text{ Ag. fino} = 0.6842 - 0.3108$$

$$Va \text{ Ag. fino} = 0.3733 \text{ m}^3$$

$$Pd \text{ Ag. fino} = Va \text{ Ag. fino} * \text{Peso específico} * 1000$$

$$Pd \text{ Ag. fino} = 0.3733 * 2.58 * 1000$$

$$Pd \text{ Ag. fino} = 963.212 \text{ kg}$$

Entonces tenemos:

$$\text{Cemento} = 307.325 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. fino} = 963.212$$

$$\text{Ag. grueso} = 549.55$$

$$\text{Agua de diseño} = 193 \text{ lt}$$

11. Determinación del peso corregido

$$\text{Cemento} = 307.325 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. fino} = 963.212 * 1.008 = 970.918$$

$$\text{Ag. grueso} = 549.55 * 1.008 = 552.07$$

$$\text{Agua de diseño} = 288.91 \text{ lt}$$

DISEÑO DE MEZCLA N°02

Muestra: SILLAR BLANCO COMO AGREGADO GRUESO

1. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})

Utilizamos la Tabla 2. De resistencia a la compresión promedio de RNE.

Como resistencia de diseño es menor a 210 utilizamos la siguiente ecuación:

$$f'_{cr} = f'_c + 70$$

$$f'_{cr} = 175 + 70$$

$$f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

2. Selección del tamaño máximo nominal (TMN)

De acuerdo a su granulometría, el primer retenido se da en la malla de 1".

Por lo que decimos que: *Tamaño maximo nominal = 1"*

3. Selección del asentamiento SLUMP

La mezcla será de consistencia plástica por lo tanto según la Tabla 3., el asentamiento será:

$$\text{Asentamiento} = 3" - 4"$$

4. Selección del volumen unitario de agua de diseño

Teniendo el asentamiento de 3" a 4" y un TMN de 1", ubicamos en la Tabla 5., para concreto sin aire incorporado y obtenemos un:

$$\text{Volumen unitario} = 193 \text{ lt/m}^3$$

5. Selección del contenido de aire

Obtenemos el porcentaje de aire atrapado de la Tabla 5.

$$\% \text{ aire atrapado} = 1.5$$

6. Determinación del factor cemento (Fc)

El factor cemento se obtiene dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua - cemento

$$F_c = \frac{\text{Volumen unitario}}{\frac{a}{c}}$$

$$F_c = \frac{193}{0.628}$$

$$F_c = 307.325 \text{ kg/m}^3$$

Entonces tenemos que el factor cemento o la cantidad de cemento es de 307.325 kg/m³

7. Determinación de la relación agua – cemento (a/c)

Como obtuvimos un $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ y con un concreto sin aire incorporado; nos ubicamos en la Tabla 5. Y por tabulación obtenemos que:

$$\frac{a}{c} = 0.628$$

8. Determinación del contenido de agregado grueso

Teniendo como datos:

$$\text{Modulo de Fineza} = 2.95$$

$$PUSC. Ag Grueso (\text{sillar Blanco}) = 734$$

Ubicamos en la Tabla 7., Y nos damos cuenta que no se encuentra el módulo de fineza de 2.95, por lo que se va a recurrir a la tabulación:

Tabla 46

Tabulación para obtener TMN del Ag. Grueso - Blanco

Mf	TMN
2.8	0.67
2.95	0.655
3	0.65

Fuente: Elaboración propia

Entonces obtenemos un $TMN = 0.655$

Por lo tanto, podemos obtener el peso de diseño del agregado:

$$Pd\ Ag. = 0.655 * 734 = 480.77$$

9. “Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso” (Comité 211 del ACI)

$$Cemento = \frac{310.510}{2.85 * 1000} = 0.1078\ m^3$$

$$Agua = \frac{Ad}{100} = \frac{193}{100} = 0.193\ m^3$$

$$Aire = \frac{1.5}{100} = 0.015$$

Entonces el volumen absoluto de la pasta:

$$VAP = 0.1078 + 0.193 + 0.015$$

$$VAP = 0.3158\ m^3$$

Como ya obtuvimos el volumen absoluto de la pasta, ahora podemos hallar el volumen absoluto del agregado.

$$VAA = 1 - 0.3190$$

$$VAA = 0.6842\ m^3$$

10. "Determinación de peso de diseño":

$$Va \text{ Ag. grueso} = \frac{Pd \text{ Ag.}}{(\text{peso específico del Ag. grueso} * 1000)}$$

$$Va \text{ Ag. grueso} = \frac{480.77}{(1.702 * 1000)}$$

$$Va \text{ Ag. grueso} = 0.2825 \text{ m}^3$$

$$Va \text{ Ag. fino} = VAA - Va \text{ Ag. grueso}$$

$$Va \text{ Ag. fino} = 0.6842 - 0.2825$$

$$Va \text{ Ag. fino} = 0.4017 \text{ m}^3$$

$$Pd \text{ Ag. fino} = Va \text{ Ag. fino} * \text{Peso específico} * 1000$$

$$Pd \text{ Ag. fino} = 0.4017 * 2.58 * 1000$$

$$Pd \text{ Ag. fino} = 1036.37 \text{ kg}$$

Entonces tenemos:

$$Cemento = 307.325 \text{ kg}$$

$$Ag. \text{ fino} = 1036.37 \text{ kg}$$

$$Ag. \text{ grueso} = 480.77 \text{ kg}$$

$$Agua \text{ de diseño} = 193 \text{ lt}$$

11. Determinación del peso corregido

$$Cemento = 307.325 \text{ kg}$$

$$Ag. \text{ fino} = 1036.37 * 1.008 = 1044.66$$

$$Ag. \text{ grueso} = 480.77 * 1.008 = 482.02$$

$$Agua \text{ de diseño} = 331.375 \text{ lt}$$

DISEÑO DE MEZCLA N°03

Muestra: GRAVA COMO AGREGADO GRUESO

1. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})

Utilizamos la Tabla 2. De resistencia a la compresión promedio de RNE.

Como resistencia de diseño es menor a 210 utilizamos la siguiente ecuación:

$$f'_{cr} = f'_c + 70$$

$$f'_{cr} = 175 + 70$$

$$f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

2. Selección del tamaño máximo nominal (TMN)

De acuerdo a su granulometría, el primer retenido se da en la malla de 1".

Por lo que decimos que: *Tamaño máximo nominal* = 1"

3. Selección del asentamiento SLUMP

La mezcla será de consistencia plástica por lo tanto según la Tabla 3., el asentamiento será:

$$\text{Asentamiento} = 3" - 4"$$

4. Selección del volumen unitario de agua de diseño

Teniendo el asentamiento de 3" a 4" y un TMN de 1", ubicamos en la Tabla 5., para concreto sin aire incorporado y obtenemos un:

$$\text{Volumen unitario} = 193 \text{ lt/m}^3$$

5. Selección del contenido de aire

Obtenemos el porcentaje de aire atrapado de la Tabla 5.

$$\% \text{ aire atrapado} = 1.5$$

6. Determinación del factor cemento (F_c)

El factor cemento se obtiene dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua - cemento

$$F_c = \frac{\text{Volumen unitario}}{\frac{a}{c}}$$

$$F_c = \frac{193}{0.628}$$

$$F_c = 307.325 \text{ kg/m}^3$$

Entonces tenemos que el factor cemento o la cantidad de cemento es de 310.51 kg/m³

7. Determinación de la relación agua – cemento (a/c)

Como obtuvimos un $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$ y con un concreto sin aire incorporado; nos ubicamos en la Tabla 5. Y por tabulación obtenemos que:

$$\frac{a}{c} = 0.628$$

8. Determinación del contenido de agregado grueso

Teniendo como datos:

$$\text{Modulo de Fineza} = 2.95$$

$$PUSC. Ag Grueso (grava) = 1685$$

Ubicamos en la Tabla 7., Y nos damos cuenta que no se encuentra el módulo de fineza de 2.95, por lo que se va a recurrir a la tabulación:

Tabla 47

Tabulación para obtener TMN del Ag. Grueso – Grava

Mf	TMN
2.8	0.67
2.95	0.655
3	0.65

Fuente: propia

Entonces obtenemos un $TMN = 0.655$

Por lo tanto, podemos obtener el peso de diseño del agregado:

$$Pd\ Ag. = 0.655 * 1685 = 1103.68$$

9. “Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso” (Comité 211 del ACI)

$$Cemento = \frac{307.325}{2.85 * 1000} = 0.1078\ m^3$$

$$Agua = \frac{Ad}{100} = \frac{193}{100} = 0.193\ m^3$$

$$Aire = \frac{1.5}{100} = 0.015$$

Entonces el volumen absoluto de la pasta:

$$VAP = 0.1078 + 0.193 + 0.015$$

$$VAP = 0.3158\ m^3$$

Como ya obtuvimos el volumen absoluto de la pasta, ahora podemos hallar el volumen absoluto del agregado.

$$VAA = 1 - 0.3158$$

$$VAA = 0.6842\ m^3$$

10. "Determinación de peso de diseño":

$$Va \text{ Ag. grueso} = \frac{Pd \text{ Ag.}}{(\text{peso específico del Ag. grueso} * 1000)}$$

$$Va \text{ Ag. grueso} = \frac{1103.68}{(2.6 * 1000)}$$

$$Va \text{ Ag. grueso} = 0.4245$$

$$Va \text{ Ag. fino} = VAA - Va \text{ Ag. grueso}$$

$$Va \text{ Ag. fino} = 0.6842 - 0.4245$$

$$Va \text{ Ag. fino} = 0.2597$$

$$Pd \text{ Ag. fino} = Va \text{ Ag. fino} * \text{Peso específico} * 1000$$

$$Pd \text{ Ag. fino} = 0.2597 * 2.6 * 1000$$

$$Pd \text{ Ag. fino} = 669.965$$

Entonces tenemos:

$$\text{Cemento} = 307.325 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. fino} = 669.965$$

$$\text{Ag. grueso} = 1103.68$$

$$\text{Agua de diseño} = 193 \text{ lt}$$

11. Determinación del peso corregido

$$\text{Cemento} = 307.325 \text{ kg}$$

$$\text{Ag. fino} = 669.965 * 1.008 = 675.325$$

$$\text{Ag. grueso} = 1103.68 * 1.008 = 1109.52$$

$$\text{Agua de diseño} = 194.293 \text{ lt}$$

3.5.10 CALCULO TEORICO DEL PESO DE UN MURO TABIQUE DE LADRILLO VS MURO TABIQUE DE CONCRETO CON SILLAR

Para el cálculo teórico se tomará un muro de 1m x 1m x 1m

- a) **MURO TABIQUE DE LADRILLO:** En la norma E.020 en el ANEXO 1 PESOS UNITARIOS nos da como dato que las unidades de albañilería cocidas huecas tienen un peso de 1350 kg/m³.

Para este cálculo tomaremos el ladrillo tipo pandereta que son de peso más liviano utilizados para muros divisorios, tabiques, los cuales tienen como medida 0.23x0.11x0.09 m.

Ahora hallaremos el volumen de muro de ladrillo que será de 1m de ancho x 1m de largo:

Sabiendo que los ladrillos pandereta tienen 0.11m obtendremos lo siguiente:

$$1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.11\text{m} = 0.11 \text{ m}^3$$

Peso de muro de ladrillos:

$$0.11 \text{ m}^3 \times 1350\text{kg/m}^3 = 148.5 \text{ kg}$$

Peso de tarrajeo para ambas caras:

$$0.03 \times 2000 = 60 \text{ kg}$$

Peso total de muro:

$$148.5 + 60 = \mathbf{208.5 \text{ kg}}$$

- b) **MURO TABIQUE DE CONCRETO CON SILLAR:** Para este caso simularemos que será un muro lleno de concreto con sillar. Por lo que propondremos un muro de 0.1m de ancho descontando el tarrajeo ya que se puede utilizar encofrado caravista para el muro.

Calculando el volumen del muro:

$$1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.10\text{m} = 0.10 \text{ m}^3$$

Peso del muro de concreto con sillar:

$$0.10 \text{ m}^3 \times 1969.39\text{kg/m}^3 = \mathbf{196.94 \text{ kg}}$$

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 CONCRETO FRESCO

4.1.1 PESO UNITARIO

El peso unitario o densidad es un ensayo utilizado para determinar la masa de la mezcla de concreto para cada unidad de concreto.

Tabla 48

Peso unitario en kg/m³ - estado fresco

Mezcla	Mc Kg	Mn Kg	Vm m³	D Kg/m³
Sillar rosado	23.252			2033.223
Sillar blanco	22.806	4.029	0.00945	1986.049
Piedra	26.148			2339.533

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en los resultados las mezclas elaboradas con sillar obtienen un menor peso específico a comparación de la mezcla convencional elaborada con piedra.

4.1.2 ASENTAMIENTO

Tabla 49

Resultados de asentamientos de los diferentes diseños de mezcla

ASENTAMIENTO		
Mezcla con Sillar rosado	Mezcla con Sillar blanco	Mezcla con Piedra
8.7 cm	8.4 cm	8.5 cm

Fuente: Elaboración Propia

La mezcla fue diseñada para una consistencia plástica cuyos valores fluctúan entre 3-4 pulgadas, por lo que los valores obtenidos cumplen con el diseño.

Figura 14 Valores de asentamientos recomendados para concretos de diferentes grados de manejabilidad, según tipo de obra y condiciones de colocación.

Consistencia	Asentamiento (mm)	Ejemplo de tipo de construcción	Sistema de colocación	Sistema de compactación
Muy seca	0-20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación.	Con vibradores de formaleta; concretos de proyección neumática (lanzados).	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión.
Seca	20-35	Pavimentos.	Pavimentadoras con terminadora vibratoria.	Secciones sujetas a vibración intensa.
Semi-seca	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple. Losas poco reforzadas.	Colocación con máquinas operadas manualmente.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Media (plástica)	50-100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.	Colocación manual.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Húmeda	100-150	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo.	Secciones bastante reforzadas con vibración.
Muy Húmeda	150-200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos "in situ".	Tubo embudo tremie.	Secciones altamente reforzadas sin vibración.
Super Fluida	Más de 200	Elementos muy esbeltos.	Autonivelante, autocompactante.	Secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse.

Fuente: Concreto Simple – Ing. Gerardo A. Rivera

4.1.3 TEMPERATURA

Tabla 50

Resultados de la temperatura de los diferentes diseños de mezcla

MEZCLA	TEMPERATURA
	C°
Sillar rosado	21.7
Sillar blanco	20.3
Piedra	22.6

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar que los concreto elaborados con sillar tienen una menor temperatura lo cual resulta favorable puesto que si la temperatura del concreto es alta esto afecta la calidad del material, principalmente acelerando la tasa de pérdida de humedad y la velocidad de hidratación del cemento lo cual causa en el concreto endurecido, contracción por secado y agrietamiento térmico diferencial.

4.2 CONCRETO ENDURECIDO

4.2.1 PESO UNITARIO

El concreto suele perder agua durante el periodo de endurecimiento, el peso unitario o densidad se evaluará una vez que el concreto haya perdido toda el agua que permaneció dentro de él, después del periodo de curado.

A continuación, se muestra el resultado que se obtuvo al dividir el peso de las unidades de ensayo entre su volumen.

Tabla 51

Peso unitario en kg/m³ - Estado endurecido

PESO UNITARIO EN KG/M ³								
	1	1971.83		1	2017.46		1	2352.8
	2	2000.3		2	2000.67		2	2401.35
	3	1972.92		3	2008.7		3	2355.72
	4	1952.48		4	1962.15		4	2341.84
	5	2030.24		5	1991.18		5	2382.55
	6	1934.04		6	2012.35		6	2382.91
MEZCLA	7	1929.84	MEZCLA	7	2014.73	MEZCLA	7	2352.61
CON	8	1973.47	CON	8	2051.78	CON	8	2374.15
SILLAR	9	1952.48	SILLAR	9	2043.02	PIEDRA	9	2388.39
BLANCO	10	1926.92	ROSADO	10	2001.22		10	2362.1
	11	1951.02		11	2049.59		11	2360.83
	12	1974.02		12	2046.67		12	2395.88
	13	2011.99		13	2021.66		13	2361.56
	14	1987.71		14	2013.08		14	2334.18
	15	1971.65		15	2058.54		15	2415.04

Fuente: Elaboración Propia

Las mezclas elaboradas con sillar alcanzaron un menor peso unitario con valores que oscilan entre los 1900 y 2100 kg/m³ notándose una disminución considerable en el peso específico a comparación de la mezcla convencional cuyo peso específico esta entre 2300 y 2400 kg/m³

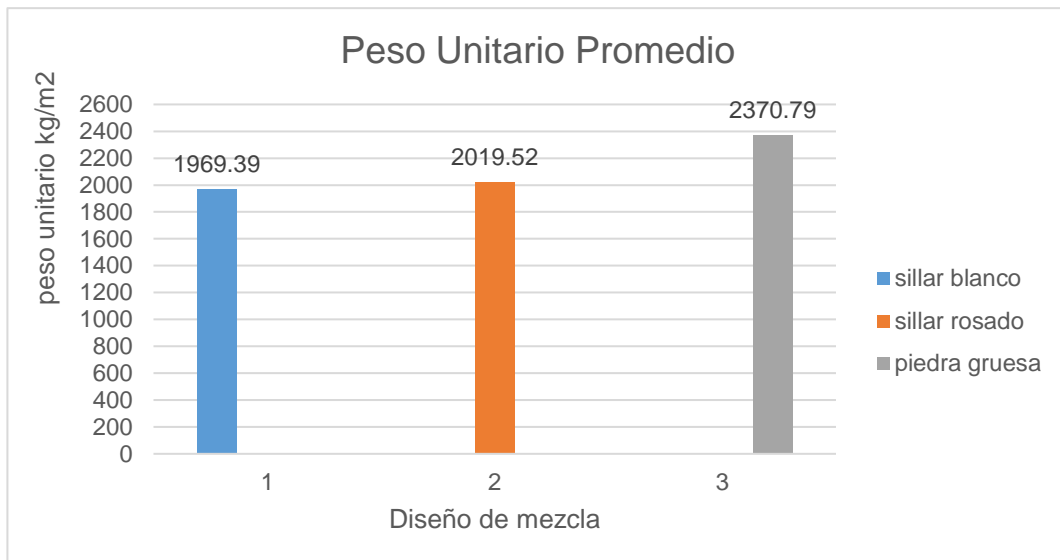


Figura 15 Peso unitario promedio

Fuente: Elaboración Propia

En promedio el diseño de mezcla que logró un menor peso unitario fue la mezcla en la que se utilizó sillar blanco como agregado grueso.

Tomando en cuenta este peso unitario del concreto para un muro de tabique se utilizan unidades de albañilería que pueden ser tubulares o huecas, en la norma E.020 en el ANEXO 1 PESOS UNITARIOS nos da como dato que las unidades de albañilería cocida huecas tienen un peso de 1350 kg/m³.

Para un ejemplo práctico tomaremos el tipo de ladrillo pandereta que son de peso más liviano utilizados para muros divisorios, tabiques, los cuales tienen como medida 0.23x0.11x0.09 m.

Ahora hallaremos el volumen de muro de ladrillo que será de 1m de ancho x 1m de largo:

Sabiendo que los ladrillos pandereta tienen 0.11m obtendremos lo siguiente:

$$1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.11\text{m} = 0.11 \text{ m}^3$$

Peso de muro de ladrillos:

$$0.11 \text{ m}^3 \times 1350\text{kg/m}^3 = 148.5 \text{ kg}$$

Peso de tarrajeo para ambas caras:

$$0.03 \times 2000 = 60 \text{ kg}$$

Peso total de muro:

$$148.5 + 60 = 208.5 \text{ kg}$$

Ahora se hará el cálculo para un muro de concreto con sillar. En este caso propondremos un muro de 0.1m de ancho descontando el tarrajeo ya que se puede utilizar encofrado caravista para el muro.

Calculando el volumen del muro:

$$1\text{m} \times 1\text{m} \times 0.10\text{m} = 0.10 \text{ m}^3$$

Peso del muro de concreto con sillar:

$$0.10 \text{ m}^3 \times 1969.39\text{kg/m}^3 = 196.94 \text{ kg}$$

Con este ejemplo práctico podemos observar que el muro de albañilería utilizando un ladrillo de tipo pandereta nos da un peso de 208.5kg y el muro de concreto con sillar nos da un peso de 196.94kg por lo que podemos decir que el peso del concreto con sillar es menos que el de muro de albañilería, por lo cual el concreto con sillar es una opción viable para elaboración de muros tabique.

4.2.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION

A continuación, se mostrarán cuadros que presentarán los resultados obtenidos de los ensayos de compresión a los testigos de concreto de dimensiones de 15cm x 30cm, a resistencia de 175 kgf/cm² y a edades de 7, 14 y 28 días.

4.2.2.1 RESISTENCIA A LA COMPRESION – 7 DIAS

Tabla 52

Resistencia a la compresión - Sillar Rosado - 7 días

Sillar Rosado - 7 días		
Resistencia de diseño f'c(kgf/cm2)	Resistencia Obtenida f'c(kgf/cm2)	Resistencia Promedio Obtenida f'c(kgf/cm2)
	56.41	
	62.38	
175	53.78	56.49
	46.65	
	63.24	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53

Resistencia a la compresión - Sillar Blanco - 7 días

Sillar Blanco - 7 días		
Resistencia de diseño f'c(kgf/cm2)	Resistencia Obtenida f'c(kgf/cm2)	Resistencia Promedio Obtenida f'c(kgf/cm2)
	95.47	
	103.98	
175	110.21	99.88
	98.59	
	91.14	

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 54**

Resistencia a la compresión - Piedra gruesa - 7 días

Piedra Gruesa - 7 días		
Resistencia de diseño f'c(kgf/cm2)	Resistencia Obtenida f'c(kgf/cm2)	Resistencia Promedio Obtenida f'c(kgf/cm2)
	153.55	
	137.02	
175	139.47	144.22
	144.11	
	146.94	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que el diseño de mezcla 3 que es el que utiliza piedra como agregado grueso tiene mejores resultados que las mezclas 1 y 2 que son las que utilizan sillar rosado y blanco respectivamente.

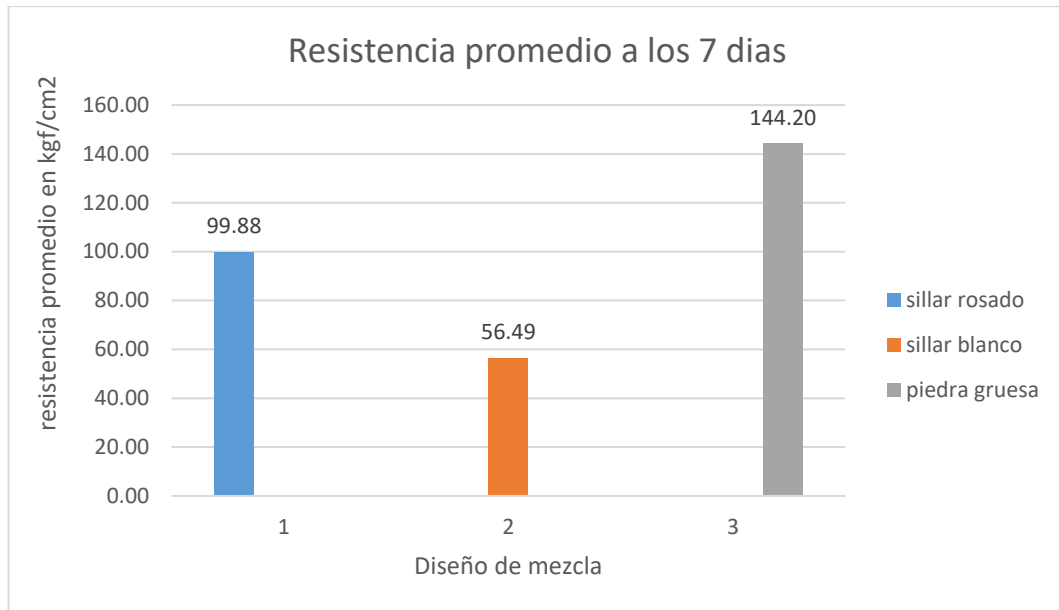


Figura 16 Resistencia promedio a los 7 días

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION – 14 DIAS

Tabla 55

Resistencia a la compresión - Sillar Rosado - 14 días

Sillar Rosado - 14 días		
Resistencia de diseño f'c(kgf/cm²)	Resistencia Obtenida f'c(kgf/cm²)	Resistencia Promedio Obtenida f'c(kgf/cm²)
	112.49	
	104.39	
175	131.07	110.76
	95.27	
	110.59	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56

Resistencia a la compresión - Sillar Blanco - 14 días

Piedra Gruesa – 14 días		
Resistencia de diseño f'c(kgf/cm2)	Resistencia Obtenida f'c(kgf/cm2)	Resistencia Promedio Obtenida f'c(kgf/cm2)
	193.8	
	205.02	
175	195.56	195.62
	200.31	
	183.41	

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 57**

Resistencia a la compresión – Piedra gruesa - 14 días

Piedra Gruesa – 14 días		
Resistencia de diseño f'c(kgf/cm2)	Resistencia Obtenida f'c(kgf/cm2)	Resistencia Promedio Obtenida f'c(kgf/cm2)
	193.8	
	205.02	
175	195.56	195.62
	200.31	
	183.41	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que para los 14 días la mezcla que utiliza piedra como agregado grueso ha sobrepasado la resistencia de diseño, la mezcla que utiliza el sillar rosado como agregado grueso ya sobrepaso el 50% de la resistencia, podemos observar que la mezcla que utiliza sillar blanco tiene una resistencia menor al 50% de la resistencia propuesta.

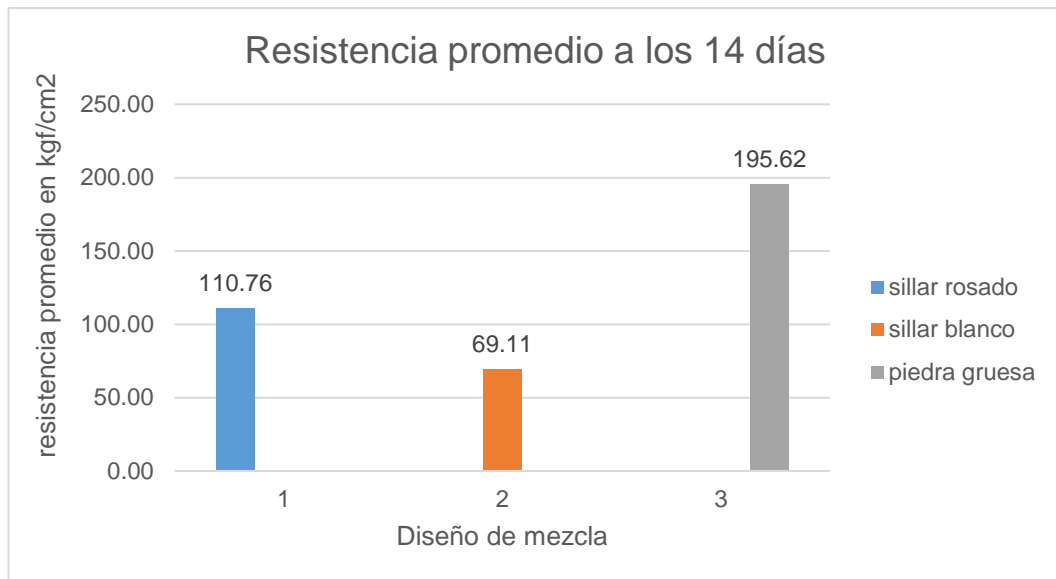


Figura 17 Resistencia promedio a los 14 días

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2.3 RESISTENCIA A LA COMPRESION – 28 DIAS

Tabla 58

Resistencia a la compresión - Sillar Rosado - 28 días

Sillar Rosado - 28 días		
Resistencia de diseño f'c(kgf/cm ²)	Resistencia Obtenida f'c(kgf/cm ²)	Resistencia Promedio Obtenida f'c(kgf/cm ²)
175	148.73	137.98
	124.24	
	136.12	
	141.4	
	139.41	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59

Resistencia a la compresión – Sillar Blanco - 28 días

Sillar blanco - 28 días		
Resistencia de diseño f'c(kgf/cm2)	Resistencia Obtenida f'c(kgf/cm2)	Resistencia Promedio Obtenida f'c(kgf/cm2)
175	87.62	82.05
	78.71	
	77.5	
	79.49	
	86.96	

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 60**

Resistencia a la compresión – Piedra gruesa - 28 días

Piedra Gruesa - 28 días		
Resistencia de diseño f'c(kgf/cm2)	Resistencia Obtenida f'c(kgf/cm2)	Resistencia Promedio Obtenida f'c(kgf/cm2)
175	216.45	217.09
	214.77	
	208.57	
	216.56	
	229.08	

Fuente: Elaboración Propia

Se observa que el diseño de mezcla utilizando piedra como agregado grueso obtiene resultados de resistencia mayor a la estimada, aproximadamente un 24% más a diferencia de los diseños de mezcla utilizando sillar como agregado grueso, en el caso de la mezcla con sillar rosado se obtiene un 20% menos de la resistencia propuesta, la mezcla con sillar blanco solo alcanzo a un 47% de la resistencia de diseño.

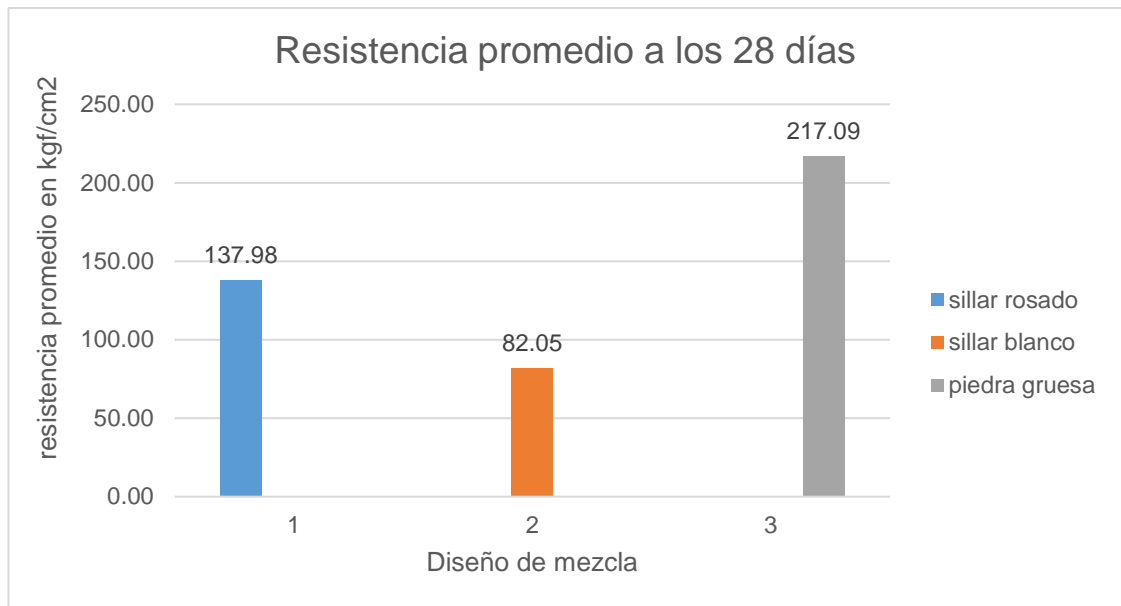


Figura 18 Resistencia promedio a los 28 días

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3 COMPORTAMIENTO DEL F'c DURANTE EL ENSAYO

En la siguiente grafica se observa que las probetas con sillar como agregado grueso, desde su rotura de los 7 días a su rotura de los 28 días no tuvo un incremento significativo; a diferencia de las probetas con concreto convencional las cuales sobrepasaron su f'c de diseño.

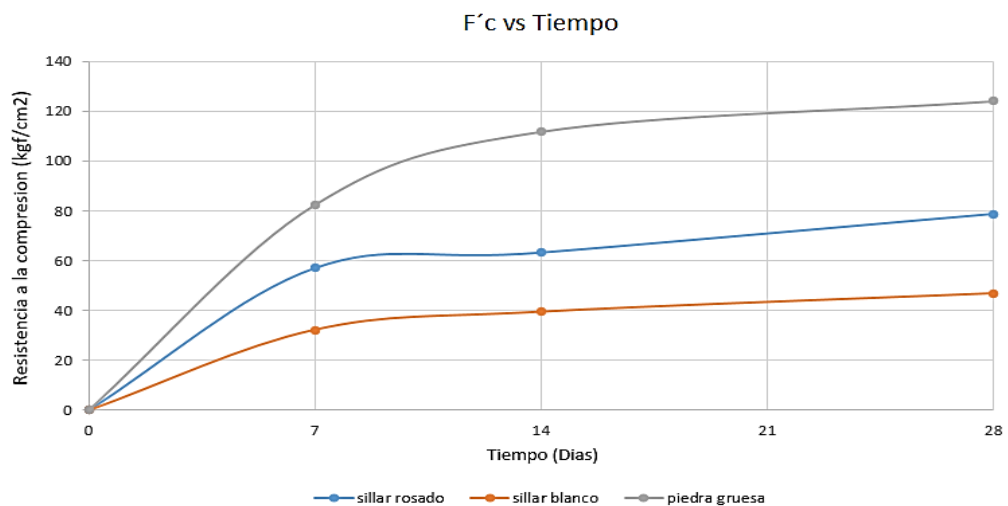


Figura 19 F'c vs Tiempo

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4 AISLAMIENTO ACUSTICO

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos del ensayo de aislamiento acústico.

Se debe decir que no necesariamente una mayor frecuencia nos dará un nivel de presión sonora mayor, ya que algunas de las frecuencias pueden presentar sonidos graves o agudos.

Tabla 61

Aislamiento acústico - Sillar Rosado

SILLAR ROSADO				
Hz	Emisor	Receptor	D	%D
100	49	39	10	20.41
125	58	40	18	31.03
160	60.5	40	20.5	33.88
200	73.5	42	31.5	42.86
250	84.9	41	43.9	51.71
315	88.2	50	38.2	43.31
400	85.2	53.4	31.8	37.32
500	82.8	51.8	31	37.44
630	88.4	61.1	27.3	30.88
800	98.3	52	46.3	47.1
1000	97.4	75	22.4	23
1250	94.9	75	19.9	20.97
1600	91	72.8	18.2	20
2000	99.3	82	17.3	17.42
2500	95	85.5	9.5	10
3150	100.4	73	27.4	27.29

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62

Aislamiento acústico - Sillar Blanco

SILLAR BLANCO				
Hz	Emisor	Receptor	D	%D
100	45	39.8	5.2	11.56
125	55	40.2	14.8	26.91
160	57	43.2	13.8	24.21
200	74.1	46	28.1	37.92
250	84	55.4	28.6	34.05
315	88.6	50.4	38.2	43.12
400	83.2	41.7	41.5	49.88
500	81.7	45.8	35.9	43.94
630	83.1	58.7	24.4	29.36
800	96.8	53	43.8	45.25
1000	98.2	54.7	43.5	44.3
1250	97.8	76	21.8	22.29
1600	96.3	75.3	21	21.81
2000	99.4	77	22.4	22.54
2500	100.8	82.5	18.3	18.15
3150	95.6	78.4	17.2	17.99

Fuente: Elaboración Propia**Tabla 63**

Aislamiento acústico – Piedra

PIEDRA				
Hz	Emisor	Receptor	D	%D
100	44	40	4	9.09
125	56	42	14	25
160	60	42	18	30
200	74.8	46	28.8	38.5
250	82.8	51	31.8	38.41
315	89	52	37	41.57
400	83.6	47	36.6	43.78
500	81.7	52	29.7	36.35
630	83.1	58	25.1	30.2
800	99	60	39	39.39
1000	98	76	22	22.45
1250	93	71.8	21.2	22.8
1600	101.5	71	30.5	30.05
2000	100	79	21	21
2500	96.6	86	10.6	10.97
3150	102.4	75	27.4	26.76

Fuente: Elaboración Propia

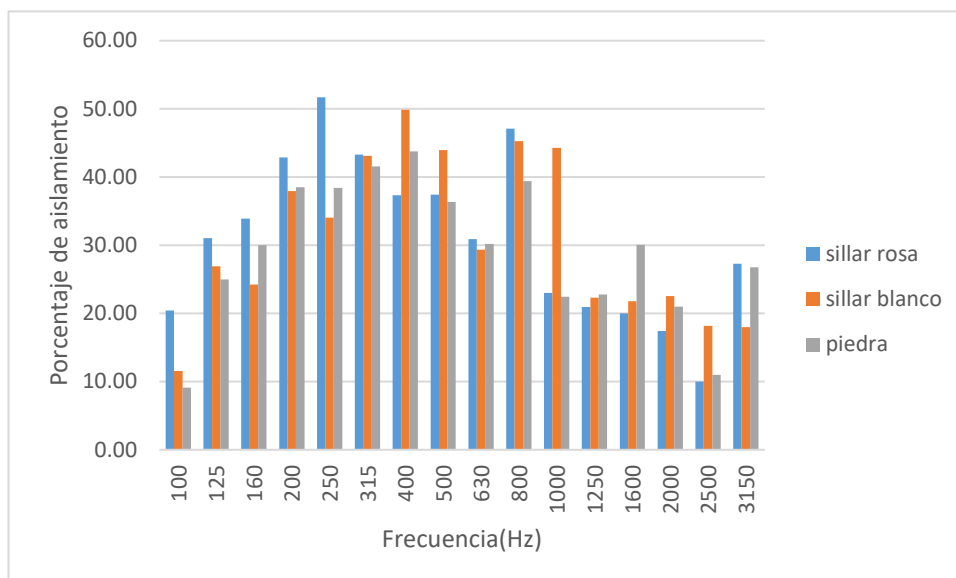


Figura 20 Porcentaje de Aislamiento vs Frecuencia

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar los bloques elaborados con sillar son los que alcanzaron un mayor aislamiento acústico a comparación del bloque de concreto convencional, siendo el bloque de sillar rosado el que demostró tener mayor aislamiento acústico.

4.3 PESO DE MURO TABIQUE DE LADRILLO VS MURO TABIQUE DE CONCRETO CON SILLAR

Según los cálculos que se realizaron para obtener un peso teórico de un muro de 1m x 1m x 1m se obtuvo lo siguiente:

- **Muro de ladrillo: 208.5 kg/m³**
- **Muro de concreto con sillar: 196.94 kg/m³**

Podemos observar que el muro de albañilería utilizando un ladrillo de tipo pandereta nos da un peso de 208.5kg y el muro de concreto con sillar nos da un peso de 196.94kg por lo que podemos decir que el peso del concreto con sillar es menos que el de muro de albañilería, por lo cual el concreto con sillar es una opción viable para elaboración de muros tabique livianos.

4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis de costos es importante para poder determinar si las propiedades que ofrecen los materiales son una opción viable para poder pensar en sustituirlos.

Para el siguiente análisis utilizamos los precios de venta del cemento IP, la arena, el agregado grueso y el agua en la ciudad de Tacna considerando que la obra fuese en la zona céntrica de la ciudad.

Costo del sillar

El sillar que se propone utilizar es parte de los desechos que se acumulan día a día debido a la actividad extractiva de los cortadores de sillar en la cantera de Añashuayco por lo cual será considerado como material reciclado y no habrá costo más que el de su carguío y transporte hasta la ciudad de Tacna.

Tabla 64

Costo del sillar

Partida	Carguío				
Productividad	200	m3/día			
Costo unitario directo por:				m3	14.659
Mano de obra		Unid	cantidad	P.U	P.Parcial
Oficial	1	hh	0.04	16	0.64
Equipo					
Cargador frontal	1	h.m	0.04	350	14
Herramientas manuales		%	0.03	0.64	0.0192
					14.659
Partida	Transporte				
Productividad	7.5	m3/día			
Costo unitario directo por:				m3	337.579
Mano de obra		Unid	cantidad	P.U	P.Parcial
Oficial	1	hh	1.07	16	17.07
Equipo					
Volquete	1	h.m	1.07	300	320
Herramientas manuales		%	0.03	17.07	0.512
					337.579
TOTAL					352.238

Fuente: Elaboración propia

Costo del concreto**Tabla 65***Costo por m3 de concreto con sillar rosado*

CONCRETO CON SILLAR ROSADO (1m³)				
Materiales	Und	Cantidad	Precio unitario(S/.)	Subtotal (s/.)
Cemento	Bls	7.23	20.00	144.62
Ag. Fino	m3	0.61	40.00	24.52
Ag. Grueso	m3	0.73	352.24	255.53
Agua	m3	0.29	56.00	16.18
TOTAL				440.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66*Costo m3 de concreto con sillar blanco*

CONCRETO CON SILLAR BLANCO(1 m³)				
Materiales	Und	Cantidad	Precio unitario(S/.)	Subtotal (s/.)
Cemento	m3	7.23	20.00	144.62
Ag. Fino	m3	0.66	40.00	26.38
Ag. Grueso	m3	0.74	352.24	259.22
Agua	m3	0.33	56.00	18.56
TOTAL				448.78

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 67*Costo m3 de concreto convencional*

CONCRETO CONVENCIONAL(1M3)				
Materiales	Und	Cantidad	Precio unitario(S/.)	Subtotal (s/.)
Cemento	und	7.23	20.00	144.62
Ag. Fino	bls	0.43	40.00	17.05
Ag. Grueso	m3	0.69	80.00	55.17
Agua	m3	0.19	56.00	10.88
TOTAL				227.72

Fuente: Elaboración Propia

El costo del concreto se determinó usando los volúmenes sueltos de los agregados.

De las tablas anteriores se puede decir que el concreto convencional es mucho más económico que el concreto con sillar, el elevado precio del concreto con sillar se debe básicamente al transporte del material desde la ciudad de Arequipa a la ciudad de Tacna.

Debemos tomar en cuenta que, si se optimiza el diseño de mezcla para alcanzar resistencias mayores, el concreto con sillar se podría utilizar en elementos estructurales como columnas y losas, des ser así el costo elevado de este concreto se vería compensado por la reducción en el tamaño de los elementos, la menor cantidad de acero de refuerzo y el menor volumen de concreto, con lo cual se reduciría el costo global.

CAPITULO: V DISCUSION

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten manifestar lo siguiente:

Con el reemplazo de sillar por el agregado grueso en el diseño de mezclas se logró reducir el peso del concreto obteniendo así un concreto liviano, también se pudo determinar que el diseño de mezcla con sillar a comparación del concreto convencional, absorbe mejor el ruido, por lo que podemos decir que el concreto con sillar tiene un mejor aislamiento acústico y en cuanto a comparaciones de temperatura como se observa en la Tabla 50 el concreto con sillar tiene menor temperatura lo cual es bueno debido a que acelera la tasa de pérdida de humedad en el concreto.

Se desarrolló ensayos de laboratorio de acuerdo a normas nacionales NTP y a las normas internacionales ASTM correspondientes a agregados fino y grueso, los cuales cumplen con los estándares necesarios para realizar el diseño de mezcla para el presente estudio.

Con los resultados obtenidos de laboratorio para los agregados se elaboró el diseño de mezclas con el método del Comité ACI 211.1-91 Re aprobado 2002 para un concreto de $f'c=175$ kg/cm².

Tabla 68

Cuadro resumen de diseño de mezcla para diferentes muestras

	DISEÑO DE MEZCLA					
	N °01		N °02		N °03	
	Sillar rosado	Und	Sillar blanco	Und	convencional	Und
Cemento	307.325	kg	307.325	kg	307.325	kg
Ag. Fino	970.918	kg	1044.66	kg	675.325	kg
Ag. Grueso	552.07	kg	482.02	kg	1109.52	kg
Agua de diseño	288.91	lt	331.375	lt	194.293	lt

Fuente: Elaboración propia

Para el ensayo de resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días, se pudo observar diferencias significativas en las probetas que tenían sillar, ya que estas no lograron llegar a la resistencia de diseño, a diferencia de las probetas con concreto convencional que alcanzo y sobrepaso la resistencia de diseño.

Tabla 69

Resumen de resistencia a la compresión para $f'c=175\text{kg/cm}^2$ a los 7,14 y 28 días

Método ACI 211.91			
Tipo de Agregado	Resistencia de Diseño $f'c$ (kgf/cm²)	Resistencia Obtenida $f'c$ (kgf/cm²)	Días de Curado
Sillar Rosado	175	56.49	7
		110.76	14
		137.98	28
Sillar Blanco	175	99.88	7
		69.11	14
		82.05	28
Convencional	175	144.22	7
		195.62	14
		217.09	28

Fuente: Elaboración propia

El diseño de mezcla de la muestra de sillar rosado fue la que más se acercó a la resistencia de diseño llegando a 137.98 kg/cm^2 a los 28 días por lo que podemos decir que si influye en la resistencia al reemplazar sillar por agregado grueso.

Con respecto al aislamiento acústico se tuvo una mejor respuesta por parte del concreto con sillar, ya que mediante un ensayo experimental se logró comprobar que este material aísla más el ruido. A continuación, se escogieron unos cuadros de comparación entre los tres diseños.

Tabla 70 Comparación de resultados para prueba de aislamiento acústico de las diferentes muestras (100Hz)

 AISLAMIENTO ACUSTICO			
	Sillar rosado	Sillar blanco	Convencional
Hz	100	100	100
Emisor	49	45	44
Receptor	39	39.8	40
D	10	5.2	4
%D	20.41	11.56	9.09

Fuente: elaboración propia

Tabla 71

Comparación de resultados para prueba de aislamiento acústico de las diferentes muestras (250 Hz)

 AISLAMIENTO ACUSTICO 			
	Sillar rosado	Sillar blanco	Convencional
Hz	250	250	250
Emisor	84.9	84	82.8
Receptor	41	55.4	51
D	43.9	28.6	31.8
%D	51.71	34.05	38.41

Fuente: elaboración propia

Tabla 72

Comparación de resultados para prueba de aislamiento acústico de las diferentes muestras (500Hz)

 AISLAMIENTO ACUSTICO 			
	Sillar rosado	Sillar blanco	Convencional
Hz	500	500	500
Emisor	82.8	81.7	81.7
Receptor	51.8	45.8	52
D	31	35.9	29.7
%D	37.44	43.94	36.35

Fuente: elaboración propia

Tabla 73

Comparación de resultados para prueba de aislamiento acústico de las diferentes muestras (1250Hz)

 AISLAMIENTO ACUSTICO 			
	Sillar rosado	Sillar blanco	Convencional
Hz	1250	1250	1250
Emisor	94.9	97.8	93
Receptor	75	76	71.8
D	19.9	21.8	21.2
%D	20.97	22.29	22.8

Fuente: elaboración propia

También se pudo concluir que efectivamente al cambiar el agregado grueso por sillar el peso unitario disminuye logrando obtener un concreto liviano, esta comparación se puede observar en la Tabla 51. Peso unitario en kg/m³-Estado

endurecido, donde se puede observar que los valores obtenidos por el concreto con sillar oscilan entre 1900 a 2100 kg/m³ en comparación con el del concreto convencional que llega a estar entre 2300 a 2400 kg/m³.

Observación de la tesis actual para concreto con $f'c=175$ kg/cm² con la tesis: “Optimización de diseños de mezcla de concreto ligero con Ignimbrita y evaluación de modelos de sostenibilidad para la actividad extractiva en la cantera de Añashuayco en la ciudad de Arequipa” en la cual toman el sillar como agregado grueso pero para resistencias más altas como 210,280 y 350 kg/cm² utilizando dos métodos de diseño los cuales son “Método de Diseño Factorial” y “Método de Diseño de Chandra y Berntsson” obteniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 74

Resumen de resultados de la tesis “Optimización de diseños de mezcla de concreto ligero con Ignimbrita y evaluación de modelos de sostenibilidad para la actividad extractiva en la cantera de Añashuayco en la ciudad de Arequipa”

F'c (kg/cm²)	Chandra y Berntsson		Método Factorial	
	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
210	199.05	94.79	66.49	31.66
280	224.95	80.34	87.9	31.39
350	259.72	74.21	141.84	40.53

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla de resultados de la tesis “Optimización de diseños de mezcla de concreto ligero con Ignimbrita y evaluación de modelos de sostenibilidad para la actividad extractiva en la cantera de Añashuayco en la ciudad de Arequipa” se concluyó que para resistencias altas con concreto con sillar les dio mejor resultado realizar el diseño de mezcla por el método de Chandra y Berntsson con el cual se acercaron más a la resistencia de diseño establecida en su presente investigación.

Tabla 75

Resume de resultados de la presente tesis

F'c (kg/cm²)	ACI-Sillar Blanco		ACI-Sillar Rosado	
	kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
175	87.62	50.07	148.73	84.99

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla de resultados de la presente tesis, se concluyó que el diseño de mezcla en la muestra de sillar rosado se acercó más a la resistencia de diseño establecida, por lo que esta estaría apta para su colocación en muros de tabiquerías en edificaciones.

Observación de la tesis actual para concreto con $f'c=175$ kg/cm² con la tesis: “Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú” donde tienen por objetivo general: realizar el análisis comparativo entre los materiales conocidos como concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno a través de unidades de albañilería para descubrir cual se comporta mejor ante características específicas, que son el peso, aislamiento térmico y acústico.

Tabla 76

Comparación de concretos livianos con distintos materiales

Frecuencia	Polietireno	Rosado	Blanco
Hz	%D	%D	%D
100	39.54	20.41	11.56
125	41.21	31.03	26.91
160	37.75	33.88	24.21
200	42.07	42.86	37.92
250	38.05	51.71	34.05
315	36.69	43.31	43.12
400	42.38	37.32	49.88
500	43.63	37.44	43.94
630	44.34	30.88	29.36
800	44.96	47.1	45.25
1000	46.55	23	44.3
1250	46.83	20.97	22.29
1600	48.05	20	21.81
2000	51.75	17.42	22.54
2500	53.38	10	18.15
3150	54.43	27.29	17.99

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 76, podemos concluir que ambas investigaciones con diferentes materiales tienen un buen porcentaje de absorción del sonido, sin embargo, el de concreto liviano con bolitas de poliestireno es mejor al retener el sonido.

CAPITULO: VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se determinó la influencia del sillar como agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto logrando mejorar el aislamiento acústico y reduciendo el peso específico, sin embargo, el concreto con sillar no llegó a alcanzar la resistencia de diseño estimada por el método ACI 211. Debido a que al someter los testigos de concreto al ensayo de resistencia a la compresión se observa que los testigos con sillar rosado llegan en un 78.33% de su resistencia de diseño, el testigo con sillar blanco llega en un 46.89% de su resistencia de diseño, mientras que el testigo de concreto convencional sobrepasa en un 24.05% de su resistencia de diseño. Aun así, el concreto con sillar se podría utilizar para la elaboración de muros ya que estos elementos podrían ser de un menor espesor que los muros con ladrillo, lo cual disminuiría el peso de estos elementos, lo cual se comprobó al determinar el peso de muros de 1m x 1m x 1m obteniendo para un muro de albañilería utilizando un ladrillo de tipo pandereta un peso de 208.5kg y para un muro de concreto con sillar un peso de 196.94kg.
- Se determinó las características del sillar por medio de diferentes ensayos de laboratorio utilizando las Normas Técnicas Peruanas correspondientes a cada ensayo, los cuales sirvieron para realizar el diseño de mezcla para cada muestra. Los resultados fueron los siguientes:
 - Contenido de humedad: SR=0.2% , SB= 0.16%, P=0.26%
 - Absorción: SR= 18.96%, SB= 30.55%, P= 0.83%
 - Peso específico: SR= 1.77gr/cm³, SB= 1.70 gr/cm³, P= 2.6gr/cm³
 - Peso unitario suelto: SR= 0.76gr/cm³, SB= 0.66 gr/cm³, P= 1.61gr/cm³
 - Peso unitario compactado: SR= 0.84gr/cm³, SB= 0.73 gr/cm³, P= 1.69gr/cm³
 - Tamaño máximo nominal: SR= 1” , SB= 1” , P= 1”

- Las proporciones de los materiales obtenidos por el método ACI 211 para una $f'c=175$ kg/cm², no lograron que el concreto llegara a la resistencia de diseño, obteniendo solo para el sillar rosado 148.73 kg/cm² y para el sillar blanco 87.62 kg/cm².
- Se determinó la masa volumétrica del concreto en estado fresco obteniendo:
 - * 2033.22 kg/m³ para la mezcla con sillar rosado
 - * 1986.05 kg/m³ para la mezcla con sillar blanco

Y en estado endurecido los resultados fueron:

- * 2019.52 kg/m³ para el sillar rosado
- * 1969.39 kg/m³ para el sillar blanco

En ambos casos se logró un concreto más liviano

- En el ensayo experimental de aislamiento acústico tomando como referencia la Figura 16. Porcentaje de aislamiento vs Frecuencia, podemos observar que para una Frecuencia de 125 Hz el comportamiento de nuestras muestras fue el siguiente: Para concreto con sillar rosado se obtuvo 31.03% de aislamiento acústico, para el concreto con sillar blanco se obtuvo 26.91% de aislamiento acústico y para el concreto convencional se obtuvo 25%, tomando otro punto en nuestra Figura como es el de 250Hz se obtuvo para sillar rosado 51.71% de aislamiento acústico, para sillar blanco un 34.05% de aislamiento acústico y para el concreto convencional 38.41% de aislamiento acústico, por lo que podemos decir que en su mayoría el concreto con sillar obtuvo mejores resultados de aislamiento acústico en comparación al concreto convencional.
- Se estimó el costo del concreto con sillar el cual resulta ser aproximadamente un 40% más caro que un concreto convencional.

RECOMENDACIONES

- Para alcanzar la resistencia planteada aumentar en un 20 a 30% la resistencia de diseño para que cumpla su resistencia a la compresión
- El ambiente en donde se realice el ensayo de aislamiento acústico debe ser uno en donde el ruido sea lo más mínimo.

- El sillar tiene una baja densidad por lo cual se recomienda no vibrar o varillar demasiado las mezclas ya que esto podría ocasionar una mayor segregación.
- Debido a la gran absorción del sillar, las muestras de concreto deben tener un tiempo más prolongado de secado después de terminar su proceso de curado.
- Humedecer un poco el sillar antes de realizar las mezclas ya que su alto grado de absorción podría hacer que el material absorba de más el agua de diseño y obtengamos una mezcla seca.
- Al realizar los ensayos para el sillar se recomienda que el tiempo de saturación de este sea mayor al indicado en la norma, para que el agua entre en los poros del material.
- Realizar estudios al sillar de la ciudad de Tacna que se encuentra en la zona de Rosaspata.
- Mejorar la granulometría del sillar mediante el chancado
- Realizar diseños de mezclas para resistencias mayores
- Analizar el comportamiento estructural del concreto con sillar

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 211., A. C. (1991). *Standard Practice for Seeting Proportions for Normal Heavyweight, and Mass Concrete*. . MMichigan, EE.UU: American Concrete Institute.
- 339.034, N. T. (2008). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión, en muestras cilíndricas*. Lima.
- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del concreto (Teoría y Problemas) (Vol. 2da. edición)*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Castellón Corrales, H. &. (2013). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos Tipo I y Tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes*. Cartagena: Tesis de Pregrado, Universidad de Cartagena.
- AGREGADOS, Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. *NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012*. Lima, Perú.
- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. *NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.021*. Perú.
- HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigon (concreto). . *NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.046*. 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. *NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.035*. Lima, Perú.
- AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. . *NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.022*. Lima, Perú.
- Gutiérrez Flores, I.R., &Canales Gutiérrez, A. (2017). *Manual para la presentación de planes e informes de investigación*. Manual, Universidad Privada de Tacna, Tacna.
- Kosmatka, K. P. (2004). *Diseño de control de mezclas de concreto*. Illinois, EE.UU: Portland Cement Association.
- Laura Huanca, S. (2006). *Diseño de Mezclas de concreto*. Puno: Manual, Universidad Nacional del Altiplano.

Ministerio de Vivienda, C. y. (2009). *RNE Norma E.060 Concreto Armado*. Lima: SENSICO.

PAULINO FIERRO, J., & ESPINO ALMEYDA, R. (2017). *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú*. Lima: UPC.

Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental para Ruido. (24 de 10 de 2003). *DECRETO SUPREMO N°085-2003-PCM*. Lima, Perú.

Rivera López, G. (s.f.). *Concreto simple*. Cauca - Colombia.

TALAVERA MENDOZA, A., & PEÑA BLONDET, J. (2018). *Optimización de diseños de mezcla de concreto ligera con Ignimbrita y evaluación de modelos de sostenibilidad para la actividad extractiva en la cantera de Añashuayco en la ciudad de Arequipa*. Arequipa.

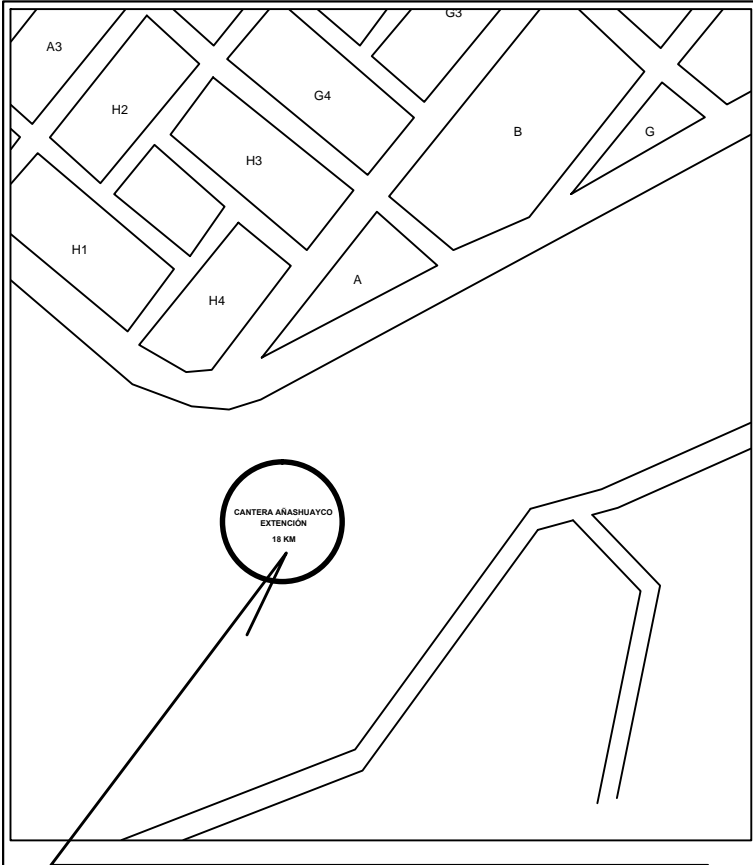
ANEXOS

ANEXO 1 Plano de Ubicación y Localización de la Cantera Añashuayco



PLANO DE UBICACIÓN

Esc. 1/500



PLANO DE LOCALIZACIÓN

Esc. 1/5000

DETALLES DEL LUGAR

DEPARTAMENTO :AREQUIPA
 PROVINCIA :AREQUIPA
 DISTRITO :CERRO COLORADO
 UBICACIÓN : RUTA DEL SILLAR:
 "CERRO COLORADO"
 COLINDANTES :
 - NORTE: ASOCIACION PERUARBO
 - SUR: ASOCIACION RIO SECO
 - ESTE: PARQUE INDUSTRIAL RIO SECO
 - OESTE: AUTOPISTA AREQUIPA - LA JOYA



Título:
 INFLUENCIA DEL SILLAR COMO SUSTITUTO DEL
 AGREGADO GRUESO EN LA MEJORA DE LAS
 PROPIEDADES DEL CONCRETO DE F'C=175kg/cm2
 PARA MUROS DE TABIQUERIAS EN EDIFICACION EN
 LA CIUDAD DE TACNA

Tesistas:
 - MILAGROS DANNA ALAVE HUANCA
 - JHENNY PATRICIA MENDOZA RIOS

Fecha: OCTUBRE 2019

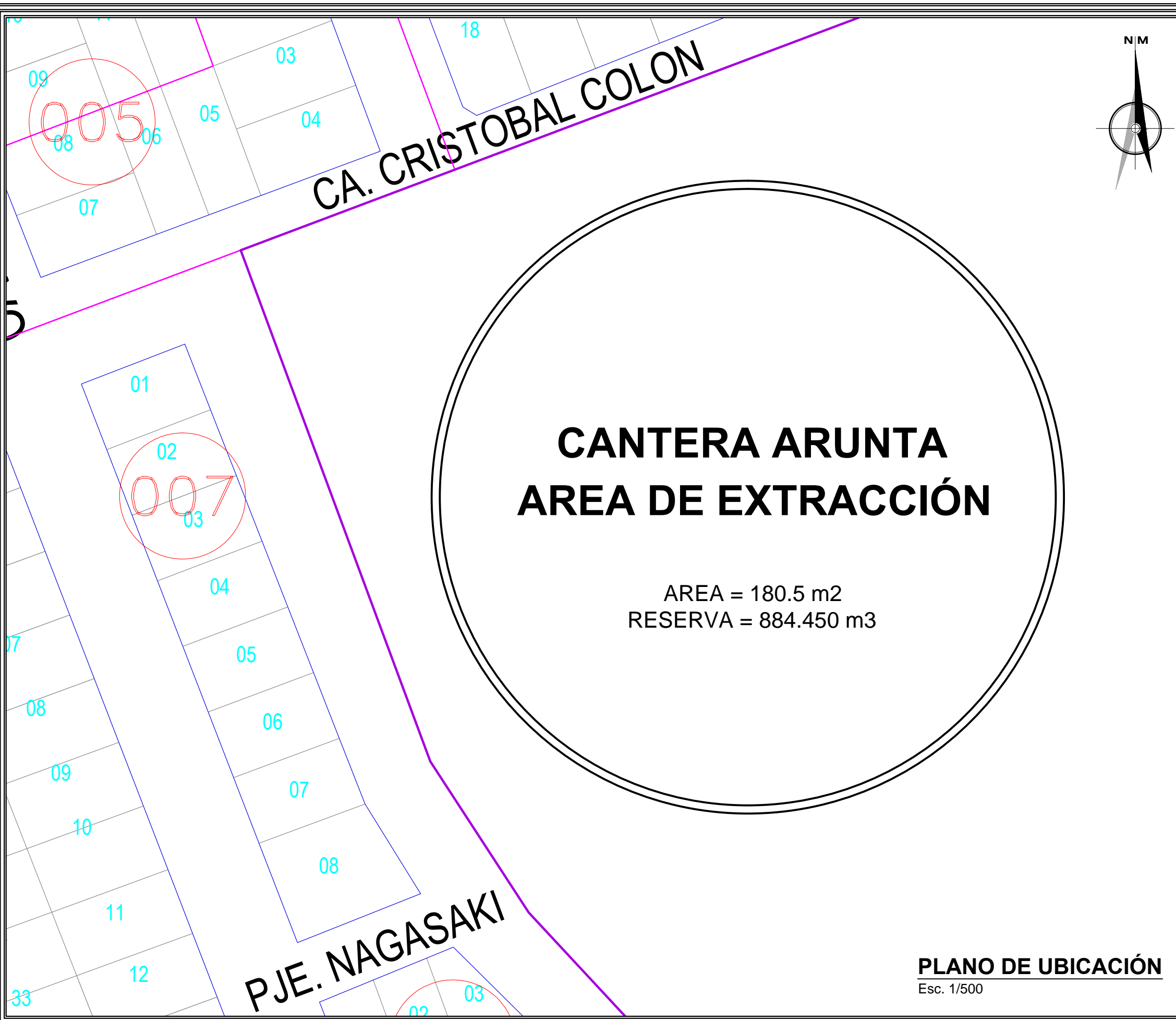
Escala: INDICADA

Plano:
 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN

Lámina:

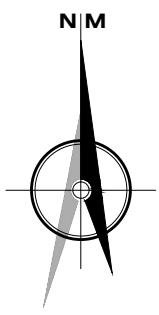


ANEXO 2 Plano de Ubicación y Localización de la Cantera Arunta



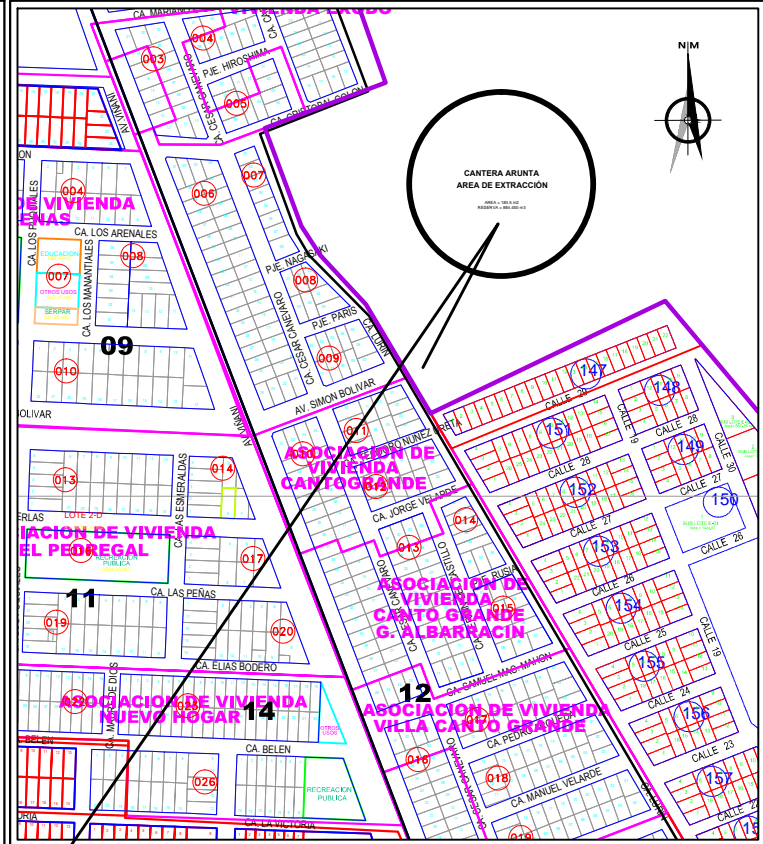
CANTERA ARUNTA AREA DE EXTRACCIÓN

AREA = 180.5 m²
RESERVA = 884.450 m³



PLANO DE UBICACIÓN

Esc. 1/500



PLANO DE LOCALIZACIÓN

Esc. 1/5000

DETALLES DEL LUGAR

DEPARTAMENTO :TACNA
 PROVINCIA :TACNA
 DISTRITO :Cnel. GREGORIO ALBARRACIN L.

UBICACIÓN :FALDAS DEL CERRO ARUNTA
 COLINDANTES :
 - NORTE: CONCECIÓN "DIANANICOLL SAC."
 - SUR: TERRENOS ERIAZOS
 - ESTE: SECTOR EXPANCIÓN URBANA
 - OESTE: CONCECIÓN CANTERA RIO SECO



Título:
 INFLUENCIA DEL SILLAR COMO SUSTITUTO DEL AGREGADO GRUESO EN LA MEJORA DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE F_C=175kg/cm² PARA MUROS DE TABIQUERIAS EN EDIFICACION EN LA CIUDAD DE TACNA

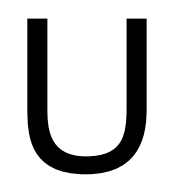
Tesistas:
 - MILAGROS DANNA ALAVE HUANCA
 - JHENNY PATRICIA MENDOZA RIOS

Fecha: OCTUBRE 2019

Lámina:

Escala: INDICADA

Plano:
 LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN



ANEXO 3 Hoja Técnica de cemento Yura



FICHA TÉCNICA / Versión 2017

DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

DURABILIDAD

"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

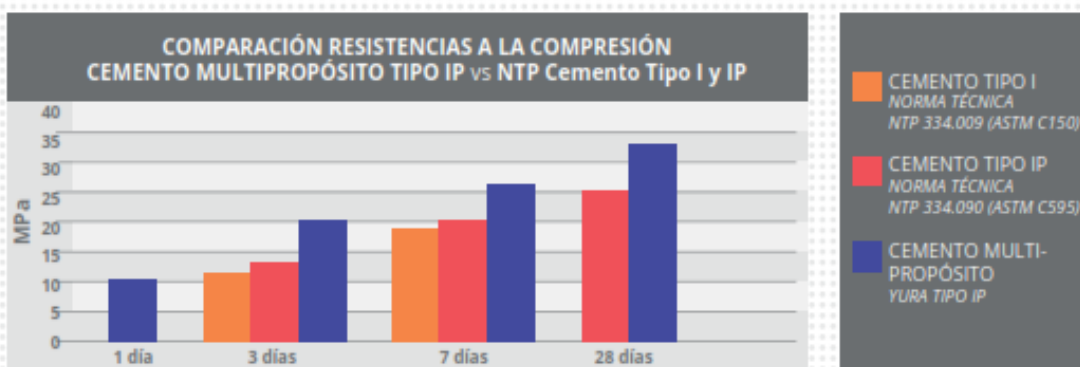
REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)	1.5 a 2.4		6.00 Máx.			
SO ₂ (%)	1.5 a 2.3		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 3.8		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm ³)	2.77 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	-0.05 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx			
Resistencia a la compresión						
	kgf/cm ²	MPa	kgf/cm ²	MPa	kgf/cm ²	MPa
1 día	80 a 104	7.8 a 10.2	-	-	-	-
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Mín.	13	122 Mín.	12
7 días	225 a 260	22.0 a 25.4	204 Mín.	20	194 Mín.	19
28 días	306 a 350	30.0 a 34.3	255 Mín.	25	-	-
Tronadura a los sulfatos						
	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0.021%		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.023%		0.10 Máx			

YURA

FICHA TÉCNICA / Versión 2017

YURA

COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS



ANEXO 4 Hojas de trabajo firmadas del laboratorio

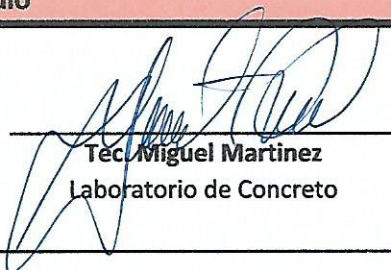


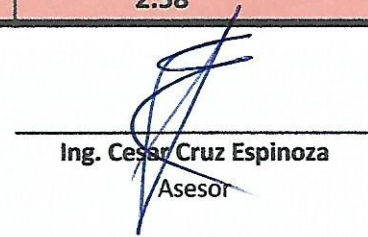
ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175$ kg/cm² para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la fiola + muestra + agua	gr.	977.1	959	960.4
Peso de la fiola + agua	gr.	649.1	668.2	652.4
Peso de la muestra (SSS)	gr.	503.4	506.4	508.8
Volumen desplazado	cm ³	175.4	215.6	200.8
Peso Específico	gr/cm ³	2.87	2.35	2.53
Promedio	gr/cm³	2.58		


Téc. Miguel Martinez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor




ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO (SILLAR ROSADO)

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175$ kg/cm² para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra seca	gr.	300.2	300.4	301.1
Volumen inicial (agua en probeta)	cm ³	300	300	300
Volumen final (agua + muestra)	cm ³	470	470	470
Volumen desplazado	cm ³	170	170	170
Peso Específico	gr/cm ³	1.77	1.77	1.77
Promedio	gr/cm³	1.77		


Téc. Miguel Martinez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



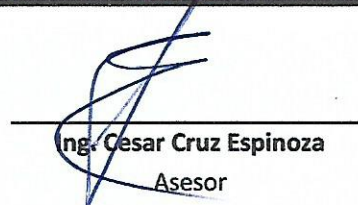
ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO (SILLAR BLANCO)

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175$ kg/cm² para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra seca	gr.	300	301	301
Volumen inicial (agua en probeta)	cm ³	300	300	300
Volumen final (agua + muestra)	cm ³	475	475	480
Volumen desplazado	cm ³	175	175	180
Peso Específico	gr/cm ³	1.71	1.72	1.67
Promedio	gr/cm³	1.70		


Tec. Miguel Martinez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor

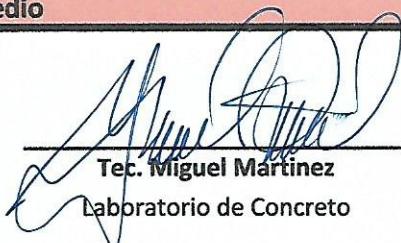


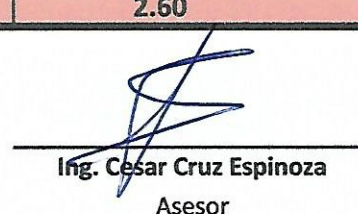
ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO (GRAVA)

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175$ kg/cm² para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra seca	gr.	307	301	302
Volumen inicial (agua en probeta)	cm ³	300	300	300
Volumen final (agua + muestra)	cm ³	415	415	420
Volumen desplazado	cm ³	115	115	120
Peso Específico	gr/cm ³	2.67	2.62	2.52
Promedio	gr/cm³	2.60		


Tec. Miguel Martinez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



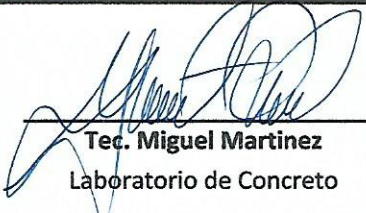
ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO

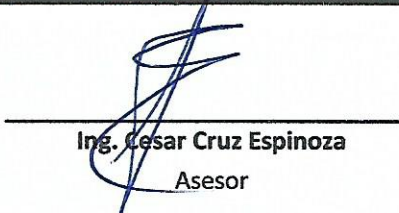
Tipo de agregado: Agregado Grueso

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto f'c=175 kg/cm2 para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra + molde	kg	19.932	19.766	19.844
Peso del molde	kg	4.475	4.475	4.475
Peso de la muestra	kg	15.457	15.291	15.369
Volumen del molde	m3	0.00956	0.00956	0.00956
Peso unitario	kg/m3	1616.84	1599.48	1607.64
Promedio	kg/m3	1607.98		


Tec. Miguel Martinez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO

Tipo de agregado: Agregado Grueso

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto f'c=175 kg/cm2 para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra + molde	kg	20.674	20.498	20.523
Peso del molde	kg	4.461	4.461	4.461
Peso de la muestra	kg	16.213	16.037	16.062
Volumen del molde	m3	0.00956	0.00956	0.00956
Peso unitario	kg/m3	1695.92	1677.51	1680.13
Promedio	kg/m3	1684.52		


Tec. Miguel Martinez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



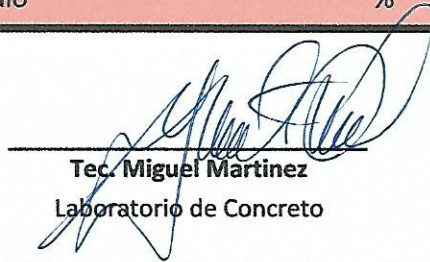
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

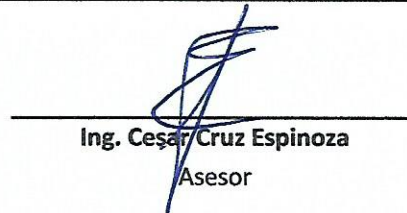
Tipo de agregado: Sillar Blanco

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra húmeda	gr.	502.4	501.4	500.9
Peso de la muestra seca	gr.	501.5	500.4	500.4
Peso del agua	gr.	0.9	1	0.5
Porcentaje de humedad	%	0.18	0.20	0.10
Promedio	%	0.16		


Téc. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



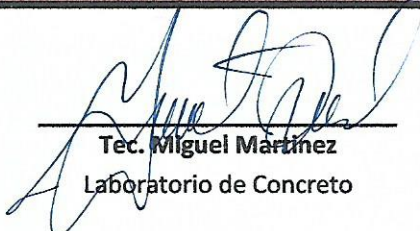
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

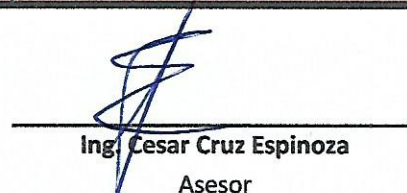
Tipo de agregado: Agregado grueso

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra húmeda	gr.	502.3	502.1	500.5
Peso de la muestra seca	gr.	501.1	500.8	499.1
Peso del agua	gr.	1.2	1.3	1.4
Porcentaje de humedad	%	0.24	0.26	0.28
Promedio	%	0.26		


Téc. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO

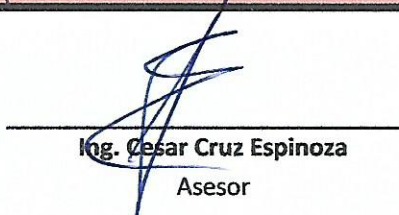
Tipo de agregado: Sillar Blanco

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175$ kg/cm² para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra + molde	kg.	10.289	10.338	10.247
Peso del molde	kg.	4.029	4.029	4.029
Peso de la muestra	kg.	6.26	6.309	6.218
Volumen del molde	m ³	0.00956	0.00956	0.00956
Peso unitario	kg/m ³	654.81	659.94	650.42
Promedio	kg/m ³	655.06		


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



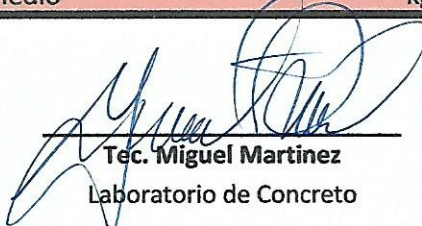
ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO

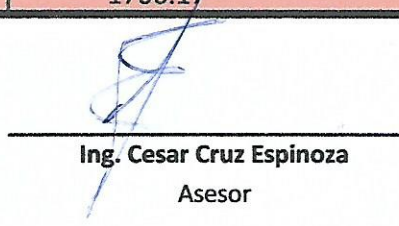
Tipo de agregado: Agregado Fino

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175$ kg/cm² para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra + molde	kg.	20.71	20.636	20.97
Peso del molde	kg.	4.461	4.461	4.461
Peso de la muestra	kg.	16.249	16.175	16.509
Volumen del molde	m ³	0.00956	0.00956	0.00956
Peso unitario	kg/m ³	1699.69	1691.95	1726.88
Promedio	kg/m ³	1706.17		


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



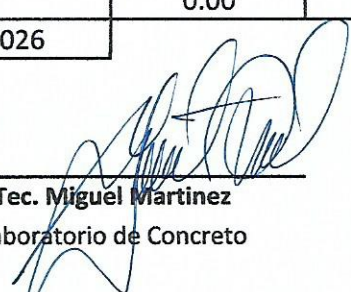
GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS


Tipo de agregado: Agregado grueso

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175$ kg/cm² para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Malla	peso reten. (gr)	% retenido parcial	% retenido acumulado	% pasante	% pasante especific.
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	
1"	840	16.71	16.71	83.29	
3/4"	1969	39.18	55.89	44.11	
1/2"	1598	31.79	87.68	12.32	
3/8"	436	8.67	96.36	3.64	
N° 4	181	3.60	99.96	0.04	
N° 8	1	0.02	99.98	0.02	
N° 16	1	0.02	100.00	0.00	
N° 30	0	0.00	100.00	0.00	
N° 50	0	0.00	100.00	0.00	
N° 100	0	0.00	100.00	0.00	
N° 200	0	0.00	100.00	0.00	
Recip.		0.00			
TOTAL	5026				


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



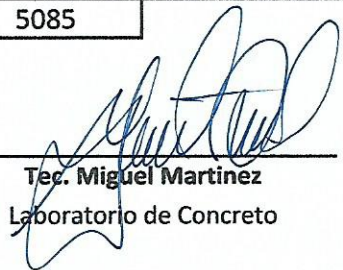
GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

Tipo de agregado: Sillar Blanco

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto
 $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Malla	peso reten. (gr)	% retenido parcial	% retenido acumulado	% pasante	% pasante especif.
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	611.00	12.02	12.02	87.98	
3/4"	2080.00	40.90	52.92	47.08	
1/2"	1880.00	36.97	89.89	10.11	
3/8"	324.00	6.37	96.26	3.74	
N° 4	146.00	2.87	99.13	0.87	
N° 8	13.00	0.26	99.39	0.61	
N° 16	2.00	0.04	99.43	0.57	
N° 30	6.00	0.12	99.55	0.45	
N° 50	13.00	0.26	99.80	0.20	
N° 100	10.00	0.20	100.00	0.00	
N° 200	0.00	0.00	100.00	0.00	
Recip.		0.00			
TOTAL	5085				


Tec. Miguel Martinez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

Tipo de agregado: Agregado Fino

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto f'c=175 kg/cm2 para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Malla	peso reten. (gr)	% retenido parcial	% retenido acumulado	% pasante	% pasante especific.
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	
N° 4	37.00	5.90	5.90	94.10	
N° 8	82.80	13.20	19.10	80.90	
N° 16	102.30	16.31	35.41	64.59	
N° 30	126.30	20.13	55.54	44.46	
N° 50	174.40	27.80	83.34	16.66	
N° 100	79.60	12.69	96.03	3.97	
N° 200	21.10	3.36	99.39	0.61	
Recip.	3.80	0.61	100.00	0.00	
TOTAL	627.300				


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Docente del curso



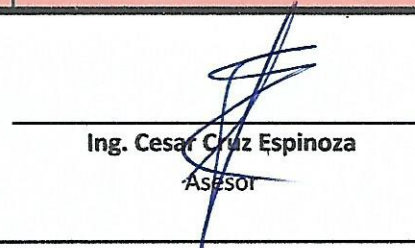
ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra (SSS)	gr.	306	307	302
Peso de la muestra seca	gr.	301	303	297
Peso del agua	gr.	5	4	5
Porcentaje de absorción	%	1.66	1.32	1.68
Promedio	%	1.55		


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor




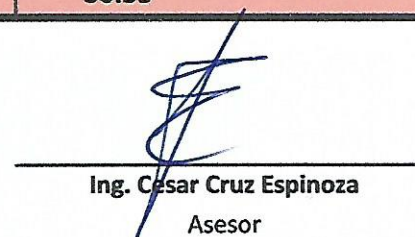
ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (SILLAR BLANCO)

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra (SSS)	gr.	501.7	502.1	502.6
Peso de la muestra seca	gr.	386.3	376.1	391.8
Peso del agua	gr.	115.4	126	110.8
Porcentaje de absorción	%	29.87	33.50	28.28
Promedio	%	30.55		


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



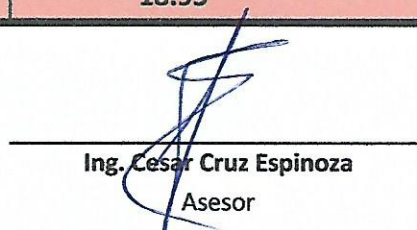
ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (SILLAR ROSADO)

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175$ kg/cm² para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción	Muestra		
	1	2	3
Peso de la muestra (SSS) gr.	502.2	501.5	501.2
Peso de la muestra seca gr.	422.7	420.7	421.8
Peso del agua gr.	79.5	80.8	79.4
Porcentaje de absorción %	18.81	19.21	18.82
Promedio %	18.95		


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor

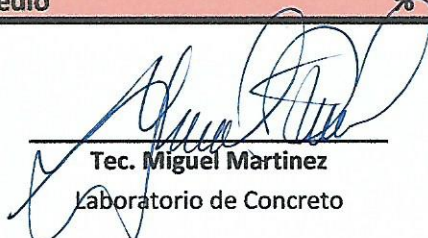


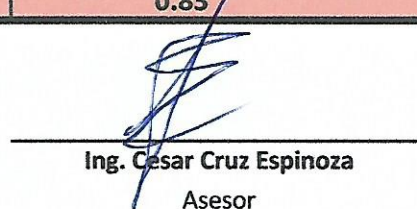
ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (GRAVA)

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175$ kg/cm² para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción	Muestra		
	1	2	3
Peso de la muestra (SSS) gr.	401.00	409.00	401.00
Peso de la muestra seca gr.	397.00	406.00	398.00
Peso del agua gr.	4.00	3.00	3.00
Porcentaje de absorción %	1.01	0.74	0.75
Promedio %	0.83		


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO

Tipo de agregado: Agregado Fino

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra + molde	kg.	19.509	19.613	19.685
Peso del molde	kg.	4.461	4.461	4.461
Peso de la muestra	kg.	15.048	15.152	15.224
Volumen del molde	m ³	0.00956	0.00956	0.00956
Peso unitario	kg/m ³	1574.06	1584.94	1592.47
Promedio	kg/m ³	1583.82		

Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto

Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO

Tipo de agregado: Sillar Rosado

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra + molde	kg.	11.356	11.277	11.278
Peso del molde	kg.	4.029	4.029	4.029
Peso de la muestra	kg.	7.327	7.248	7.249
Volumen del molde	m ³	0.00956	0.00956	0.00956
Peso unitario	kg/m ³	766.42	758.16	758.26
Promedio	kg/m ³	760.95		

Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto

Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO

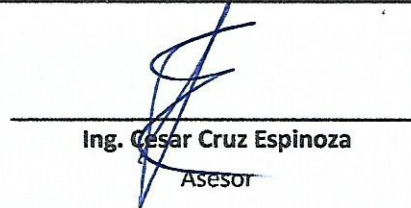
Tipo de agregado: Sillar Blanco

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto f'c=175 kg/cm2 para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra + molde	kg.	11.018	11.104	11.009
Peso del molde	kg.	4.029	4.029	4.029
Peso de la muestra	kg.	6.989	7.075	6.98
Volumen del molde	m3	0.00956	0.00956	0.00956
Peso unitario	kg/m3	731.07	740.06	730.13
Promedio	kg/m3	733.75		


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



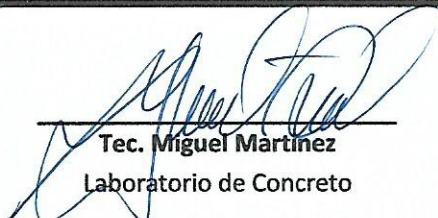
ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO

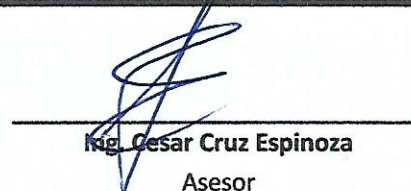
Tipo de agregado: Sillar Rosado

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto f'c=175 kg/cm2 para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción		Muestra		
		1	2	3
Peso de la muestra + molde	kg.	11.97	12.134	12.028
Peso del molde	kg.	4.029	4.029	4.029
Peso de la muestra	kg.	7.941	8.105	7.999
Volumen del molde	m3	0.00956	0.00956	0.00956
Peso unitario	kg/m3	830.65	847.80	836.72
Promedio	kg/m3	838.39		


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



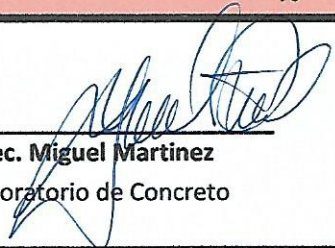
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

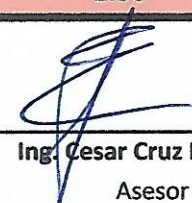
Tipo de agregado: Agregado Fino

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto f'c=175 kg/cm² para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción	Muestra		
	1	2	3
Peso de la muestra húmeda gr.	500.3	500.6	501
Peso de la muestra seca gr.	488.4	489.4	490.4
Peso del agua gr.	11.9	11.2	10.6
Porcentaje de humedad %	2.44	2.29	2.16
Promedio %	2.30		


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



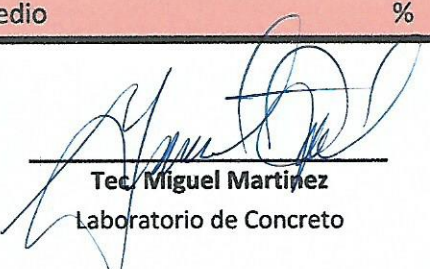
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

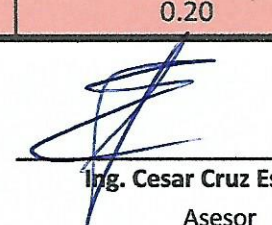
Tipo de agregado: Sillar Rosado

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto f'c=175 kg/cm² para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Descripción	Muestra		
	1	2	3
Peso de la muestra húmeda gr.	505.6	500.8	501.8
Peso de la muestra seca gr.	504.7	499.7	500.8
Peso del agua gr.	0.9	1.1	1
Porcentaje de humedad %	0.18	0.22	0.20
Promedio %	0.20		


Tec. Miguel Martínez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor



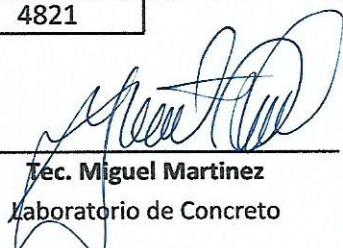
GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS


Tipo de agregado: Sillar Rosado

Tesis: "Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto f'c=175 kg/cm2 para muros de tabiquería en edificación en la ciudad de Tacna"

Asesor: Ing. Cesar Cruz Espinoza

Malla	peso reten. (gr)	% retenido parcial	% retenido acumulado	% pasante	% pasante especific.
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	947.00	19.64	19.64	80.36	
3/4"	2367.00	49.10	68.74	31.26	
1/2"	1276.00	26.47	95.21	4.79	
3/8"	125.00	2.59	97.80	2.20	
N° 4	52.00	1.08	98.88	1.12	
N° 8	7.00	0.15	99.03	0.97	
N° 16	0.00	0.00	99.03	0.97	
N° 30	5.00	0.10	99.13	0.87	
N° 50	28.00	0.58	99.71	0.29	
N° 100	14.00	0.29	100.00	0.00	
N° 200	0.00	0.00	100.00	0.00	
Recip.	0.000	0.00			
TOTAL	4821				


Tec. Miguel Martinez
Laboratorio de Concreto


Ing. Cesar Cruz Espinoza
Asesor

**ANEXO 5 Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental
para Ruido. DECRETO SUPREMO N°085-2003-PCM**

Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM

CONCORDANCIAS: R.PRESIDENCIAL. N° 062-2004-CONAM-PDC, Num. III

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 2 inciso 22) de la Constitución Política del Perú establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; constituyendo un derecho humano fundamental y exigible de conformidad con los compromisos internacionales suscritos por el Estado;

Que, el Artículo 67 de la Constitución Política del Perú señala que el Estado determina la política nacional del ambiente;

Que, el Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en su Artículo I del Título Preliminar, establece que es obligación de todos la conservación del ambiente y consagra la obligación del Estado de prevenir y controlar cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que puedan interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad;

Que, el Artículo 105 de la Ley General de Salud, Ley N° 26842, establece que corresponde a la Autoridad de Salud competente dictar las medidas para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia;

Que, los estándares de calidad ambiental del ruido son un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible;

Que, de conformidad con el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, Decreto Supremo N° 044-98-PCM, se aprobó el Programa Anual 1999, para estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles, conformándose el Grupo de Estudio Técnico Ambiental "Estándares de Calidad del Ruido" - GESTA RUIDO, con la participación de 18 instituciones públicas y privadas que han cumplido con proponer los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido bajo la coordinación de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud;

Que, con fecha 31 de enero de 2003 fue publicado en el Diario Oficial El Peruano el proyecto conteniendo la propuesta del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, acompañada de la justificación correspondiente, habiéndose recibido observaciones y sugerencias las que se han incorporado en el proyecto definitivo, el que ha sido remitido a la Presidencia de Consejo de Ministros;

De conformidad con lo dispuesto en el inciso 8) del Artículo 118 de la Constitución Política del Perú y el inciso 2) del Artículo 3 Decreto Legislativo N° 560, Ley del Poder Ejecutivo;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

DECRETA:

Artículo 1.- Apruébese el "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental

para Ruido” el cual consta de 5 títulos, 25 artículos, 11 disposiciones complementarias, 2 disposiciones transitorias y 1 anexo que forman parte del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- Derogar la Resolución Suprema N° 325 del 26 de octubre de 1957, la Resolución Suprema N° 499 del 29 de setiembre de 1960, y todas las normas que se opongan al presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros, el Ministro de Salud, el Ministro del Interior, el Ministro de la Producción, el Ministro de Agricultura, el Ministro de Transportes y Comunicaciones, el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento y el Ministro de Energía y Minas

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinticuatro días del mes de octubre del año dos mil tres.

ALEJANDRO TOLEDO
Presidente Constitucional de la República

BEATRIZ MERINO LUCERO
Presidenta del Consejo de Ministros

ÁLVARO VIDAL RIVADENEYRA
Ministro de Salud

FERNANDO ROSPIGLIOSI C.
Ministro del Interior

JAVIER REÁTEGUI ROSSELLÓ
Ministro de la Producción

FRANCISCO GONZÁLEZ GARCÍA
Ministro de Agricultura

EDUARDO IRIARTE JIMÉNEZ
Ministro de Transportes y Comunicaciones

CARLOS BRUCE
Ministro de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

HANS FLURY ROYLE
Ministro de Energía y Minas

REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO

TÍTULO I

Objetivo, Principios y Definiciones

Artículo 1.- Del Objetivo

La presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

Artículo 2.- De los Principios

Con el propósito de promover que las políticas e inversiones públicas y privadas contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida mediante el control de la contaminación sonora se

tomarán en cuenta las disposiciones y principios de la Constitución Política del Perú, del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y la Ley General de Salud, con especial énfasis en los principios precautorio, de prevención y de contaminador - pagador.

Artículo 3.- De las Definiciones

Para los efectos de la presente norma se considera:

a) Acústica: Energía mecánica en forma de ruido, vibraciones, trepidaciones, infrasonidos, sonidos y ultrasonidos.

b) Barreras acústicas: Dispositivos que interpuestos entre la fuente emisora y el receptor atenúan la propagación aérea del sonido, evitando la incidencia directa al receptor.

c) Contaminación Sonora: Presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano.

d) Decibel (dB): Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.

e) Decibel A (dBA): Unidad adimensional del nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A, que permite registrar dicho nivel de acuerdo al comportamiento de la audición humana.

f) Emisión: Nivel de presión sonora existente en un determinado lugar originado por la fuente emisora de ruido ubicada en el mismo lugar.

g) Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido.- Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A.

h) Horario diurno: Período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas.

i) Horario nocturno: Período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente.

j) Inmisión: Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A, que percibe el receptor en un determinado lugar, distinto al de la ubicación del o los focos ruidosos.

k) Instrumentos económicos: Instrumentos que utilizan elementos de mercado con el propósito de alentar conductas ambientales adecuadas (competencia, precios, impuestos, incentivos, etc.)

l) Monitoreo: Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno.

m) Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (L_{AeqT}): Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.

n) Ruido: Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas.

o) Ruidos en Ambiente Exterior: Todos aquellos ruidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene a la fuente emisora.

p) Sonido: Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios

materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición.

q) Zona comercial: Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios.

r) Zonas críticas de contaminación sonora: Son aquellas zonas que sobrepasan un nivel de presión sonora continuo equivalente de 80 dBA.

s) Zona industrial: Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales.

t) Zonas mixtas: Áreas donde colindan o se combinan en una misma manzana dos o más zonificaciones, es decir: Residencial - Comercial, Residencial - Industrial, Comercial - industrial o Residencial - Comercial - Industrial.

u) Zona de protección especial: Es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican establecimientos de salud, establecimientos educativos asilos y orfanatos.

v) Zona residencial: Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales.

TÍTULO II

De los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Capítulo 1

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Artículo 4.- De los Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido

Los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana. Dichos ECA's consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (L_{AeqT}) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios, que se establecen en el Anexo N° 1 de la presente norma.

Artículo 5.- De las zonas de aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Para efectos de la presente norma, se especifican las siguientes zonas de aplicación: Zona Residencial, Zona Comercial, Zona Industrial, Zona Mixta y Zona de Protección Especial. Las zonas residencial, comercial e industrial deberán haber sido establecidas como tales por la municipalidad correspondiente.

Artículo 6.- De las zonas mixtas

En los lugares donde existan zonas mixtas, el ECA se aplicará de la siguiente manera: Donde exista zona mixta Residencial - Comercial, se aplicará el ECA de zona residencial; donde exista zona mixta Comercial - Industrial, se aplicará el ECA de zona comercial; donde exista zona mixta Industrial - Residencial, se aplicará el ECA de zona Residencial; y donde exista zona mixta que involucre zona Residencial - Comercial - Industrial se aplicará el ECA de zona Residencial. Para lo que se tendrá en consideración la normativa sobre zonificación.

Artículo 7.- De las zonas de protección especial

Las municipalidades provinciales en coordinación con las distritales, deberán identificar las zonas de protección especial y priorizar las acciones o medidas necesarias a fin de cumplir con el ECA establecido en el Anexo N° 1 de la presente norma de 50 dBA para el horario diurno y 40 dBA para el horario nocturno.

Artículo 8.- De las zonas críticas de contaminación sonora

Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales identificarán las zonas críticas de contaminación sonora ubicadas en su jurisdicción y priorizarán las medidas necesarias a fin de alcanzar los valores establecidos en el Anexo N° 1.

Artículo 9.- De los Instrumentos de Gestión

Con el fin de alcanzar los ECAs de Ruido se aplicarán, entre otros, los siguientes Instrumentos de Gestión, además de los establecidos por las autoridades con competencias ambientales:

- a) Límites Máximos Permisibles de emisiones sonoras;
- b) Normas Técnicas para equipos, maquinarias y vehículos;
- c) Normas reguladoras de actividades de construcción y de diseño acústico en la edificación;
- d) Normas técnicas de acondicionamiento acústico para infraestructura vial e infraestructura en establecimientos comerciales;
- e) Normas y Planes de Zonificación Territorial;
- f) Planes de acción para el control y prevención de la contaminación sonora;
- g) Instrumentos económicos;
- h) Evaluaciones de Impacto Ambiental; y,
- i) Vigilancia y Monitoreo ambiental de Ruido.

De conformidad con el Reglamento Nacional para la aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, aprobado por Decreto Supremo N° 044-98-PCM, se procederá a revisar y adecuar progresivamente los Límites Máximos Permisibles existentes, tomando como referencia los estándares establecidos en el Anexo N° 1 de la presente norma. Los Límites Máximos Permisibles que se dicten con posterioridad a la presente norma deberán regirse por la misma referencia.

Artículo 10.- De los Plazos para alcanzar el estándar

En las zonas que presenten $A_{L_{AeqT}}$ superiores a los valores establecidos en el ECA, se deberá adoptar un Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora que contemple las políticas y acciones necesarias para alcanzar los estándares correspondientes a su zona en un plazo máximo de cinco (5) años contados desde la entrada en vigencia del presente Reglamento. Estos planes serán elaborados de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del presente Reglamento.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de protección especial alcancen los valores establecidos en el ECA, será de veinticuatro (24) meses, contados a partir de la publicación de la presente norma.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de críticas alcancen los valores establecidos en el ECA, será de cuatro (04) años, contados a partir de la publicación de la presente norma.

Artículo 11.- De la Exigibilidad

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido constituyen un objetivo de política ambiental y de referencia obligatoria en el diseño y aplicación de las políticas públicas,

sin perjuicio de las sanciones que se deriven de la aplicación del presente Reglamento.

TÍTULO III

Del Proceso de Aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Capítulo 1

De la Gestión Ambiental de Ruido

Artículo 12.- De los Planes de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora

Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales, elaborarán planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora con el objeto de establecer las políticas, estrategias y medidas necesarias para no exceder los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido. Estos planes deberán estar de acuerdo con los lineamientos que para tal fin apruebe el Consejo Nacional del Ambiente - CONAM.

Las municipalidades distritales emprenderán acciones de acuerdo con los lineamientos del Plan de Acción Provincial. Asimismo, las municipalidades provinciales deberán establecer los mecanismos de coordinación interinstitucional necesarios para la ejecución de las medidas que se identifiquen en los Planes de Acción.

Artículo 13.- De los lineamientos generales

Los Planes de Acción se elaborarán sobre la base de los principios establecidos en el artículo 2 y los siguientes lineamientos generales, entre otros:

- a) Mejora de los hábitos de la población;
- b) Planificación urbana;
- c) Promoción de barreras acústicas con énfasis en las barreras verdes;
- d) Promoción de tecnologías amigables con el ambiente;
- e) Priorización de acciones en zonas críticas de contaminación sonora y zonas de protección especial; y,
- f) Racionalización del transporte.

Artículo 10.- De la vigilancia de la contaminación sonora

La vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora en el ámbito local es una actividad a cargo de las municipalidades provinciales y distritales de acuerdo a sus competencias, sobre la base de los lineamientos que establezca el Ministerio de Salud. Las Municipalidades podrán encargar a instituciones públicas o privadas dichas actividades.

Los resultados del monitoreo de la contaminación sonora deben estar a disposición del público.

El Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) realizará la evaluación de los programas de vigilancia de la contaminación sonora, prestando apoyo a los municipios, de ser necesario. La DIGESA elaborará un informe anual sobre los resultados de dicha evaluación.

Artículo 15.- De la Verificación de equipos de medición

El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI es responsable de la verificación de los equipos que se utilizan para la medición de ruidos. La calibración de los equipos será realizada por entidades debidamente autorizadas y certificadas para tal fin por el INDECOPI.

Artículo 16.- De la aplicación de sanciones por parte de los municipios

Las municipalidades provinciales deberán utilizar los valores señalados en el Anexo N° 1,

con el fin de establecer normas, en el marco de su competencia, que permitan identificar a los responsables de la contaminación sonora y aplicar, de ser el caso, las sanciones correspondientes.

Dichas normas deberán considerar criterios adecuados de asignación de responsabilidades, así como definir las sanciones dentro del marco establecido por el Decreto Legislativo N° 613 - Código del Ambiente y Recursos Naturales. También pueden establecer prohibiciones y restricciones a las actividades generadoras de ruido, respetando las competencias sectoriales. En el mismo sentido, se podrá establecer disposiciones especiales para controlar los ruidos, que por su intensidad, tipo, duración o persistencia, puedan ocasionar daños a la salud o tranquilidad de la población, aun cuando no superen los valores establecidos en el Anexo N° 1.

Capítulo 2

Revisión de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

Artículo 17.- De la revisión

La revisión de los estándares de calidad ambiental para ruido se realizará de acuerdo a lo dispuesto en la Primera Disposición Complementaria del Decreto Supremo N° 044-98-PCM.

TÍTULO IV

Situaciones Especiales

Artículo 18.- De las Situaciones Especiales

Las municipalidades provinciales o distritales según corresponda, podrán autorizar la realización de actividades eventuales que generen temporalmente niveles de contaminación sonora por encima de lo establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, y cuya realización sea de interés público. Cada autorización debe definir las condiciones bajo las cuales podrán realizarse dichas actividades, incluyendo la duración de la autorización, así como las medidas que deberá adoptar el titular de la actividad para proteger la salud de las personas expuestas, en función de las zonas de aplicación, características y el horario de realización de las actividades eventuales.

TÍTULO V

De las Competencias Administrativas

Artículo 19.- Del Consejo Nacional del Ambiente

El Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, tiene a su cargo las siguientes:

a) Promover y supervisar el cumplimiento de políticas ambientales sectoriales orientadas a no exceder los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, coordinando para tal fin con los sectores competentes, la fijación, revisión y adecuación de los Límites Máximos Permisibles; y,

b) Aprobar los Lineamientos Generales para la elaboración de planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora.

Artículo 20.- Del Ministerio de Salud

El Ministerio de Salud, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, tiene las siguientes:

a) Establecer o validar criterios y metodologías para la realización de las actividades contenidas en el artículo 14 del presente Reglamento; y,

b) Evaluar los programas locales de vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora, pudiendo encargar a instituciones públicas o privadas dichas acciones.

Artículo 21.- Del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)

El INDECOPI, en el marco de sus funciones, tiene a su cargo las siguientes:

a) Aprobar las normas metrológicas relativas a los instrumentos para la medición de ruidos; y,

b) Calificar y registrar a las instituciones públicas o privadas para que realicen la calibración de los equipos para la medición de ruidos.

Artículo 22.- De los Ministerios

Las Autoridades Competentes señaladas en el artículo 50 del Decreto Legislativo N° 757, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, serán responsables de:

a) Emitir las normas que regulen la generación de ruidos de las actividades que se encuentren bajo su competencia; y,

CONCORDANCIAS: R.M. N° 266-2003-VIVIENDA

b) Fiscalizar el cumplimiento de dichas normas, pudiendo encargar a terceros dicha actividad.

Artículo 23.- De las Municipalidades Provinciales

Las Municipalidades Provinciales, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, son competentes para:

a) Elaborar e implementar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora, de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del presente Reglamento;

b) Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el presente Reglamento, con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora;

c) Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el presente Reglamento;

d) Dictar las normas de prevención y control de la contaminación sonora para las actividades comerciales, de servicios y domésticas, en coordinación con las municipalidades distritales; y,

e) Elaborar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los límites máximos permisibles de las actividades y servicios bajo su competencia, respetando lo dispuesto en el presente Reglamento.

Artículo 24.- De las Municipalidades Distritales

Las Municipalidades Distritales, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, son competentes para:

a) Implementar, en coordinación con las Municipalidades Provinciales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora en su ámbito, de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del presente Reglamento;

b) Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el presente reglamento con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora en el marco establecido por la Municipalidad

Provincial; y,

c) Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el presente Reglamento en el marco establecido por la Municipalidad Provincial correspondiente.

Artículo 25.- De la Policía Nacional

La Policía Nacional del Perú a través de sus organismos competentes brindará el apoyo a las autoridades mencionadas en el presente título para el cumplimiento de la presente norma.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS

Primera.- A efectos de proteger la salud de la población en ambientes interiores de viviendas, salones de colegios y salas de hospitales, el Ministerio de Salud podrá adoptar los valores guías de la Organización Mundial de la Salud - OMS que considere pertinentes para cumplir con este objetivo. Éstas podrán ser usadas por los gobiernos locales para los fines que estimen convenientes.

Segunda.- Las Municipalidades Provinciales, a solicitud de las Distritales, deberán realizar las modificaciones de zonificación necesarias para la aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido y de los instrumentos de prevención y control de la contaminación sonora, como parte de las medidas a implementar dentro del Plan de Acción para la Prevención y Control de Contaminación Sonora, las cuales podrán ser aplicadas antes de la aprobación del mismo.

Los cambios de zonificación que autoricen las municipalidades provinciales deberán tomar en cuenta los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido del presente Reglamento, a fin de garantizar que los mismos no sean excedidos.

Tercera.- Las autoridades ambientales dentro del ámbito de su competencia propondrán los límites máximos permisibles, o adecuarán los existentes a los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido en concordancia con el artículo 6 inciso e) del Decreto Supremo N° 044-98-PCM, en un plazo no mayor de dos (2) años de publicada la presente norma, de acuerdo a lo señalado en el siguiente cuadro:

Entidad	Límites Máximos Permisibles
Ministerio de la Producción	Actividades manufactureras y pesqueras
Ministerio de Agricultura	Actividades agrícolas y agroindustriales
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Fuentes móviles y actividades de telecomunicaciones
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Actividades de construcción y edificación
Ministerio de Energía y Minas	Actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica
	Actividades minero metalúrgicas e hidrocarburos
Municipalidades Provinciales	Actividades domésticas, comerciales y de servicios

Cuarta.- Las Autoridades Competentes señaladas en el Título V del presente Reglamento dictarán las normas técnicas para actividades, equipos y maquinarias que generen ruidos, debiendo tomar como referencia los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Dichas entidades emitirán en un plazo no mayor de un (1) año desde la publicación del presente Reglamento, las siguientes normas:

Entidad	Norma
Municipalidades Provinciales	Normas técnicas para las actividades domés-

		ticas, comerciales y de servicios.
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Normas técnicas para fuentes móviles. Normas técnicas para materiales de construcción de vías de comunicación. Normas técnicas para maquinarias y equipos utilizados en las actividades de su competencia.	
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades de construcción. Normas acústicas para actividades de la construcción y edificación. Normas técnicas para actividades de planeamiento, construcción y edificación.	
Ministerio de Energía y Minas, en coordinación con INDECOPI	Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades minero metalúrgicas, y energéticas	
Ministerio de la Producción, en coordinación con INDECOPI	Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades pesqueras. Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades manufactureras.	

Los Ministerios y Organismos Públicos podrán aprobar otras normas técnicas que consideren necesarias, con el fin de cumplir con lo establecido en el presente Reglamento.

Quinta.- Las Municipalidades Provinciales deberán emitir, en coordinación con las Municipalidades Distritales, las Ordenanzas para la Prevención y el Control del Ruido en un plazo no mayor de un (1) año de la publicación de la presente norma.

Sexta.- El CONAM desarrollará en un plazo no mayor de noventa (90) días las Guías para la elaboración de Ordenanzas Municipales para la prevención y control de ruido urbano.

Sétima.- El Ministerio de Salud, a través de la DIGESA, desarrollará en un plazo no mayor de un (1) año los Lineamientos (criterios y metodologías) para la realización de la Vigilancia y Monitoreo de la contaminación sonora.

Octava.- El INDECOPI desarrollará y aprobará las normas metrológicas referidas a los instrumentos de medición para ruidos en un plazo no mayor de un (1) año.

Novena.- La elaboración e implementación de los Planes de Acción para la Prevención y Control de Contaminación Sonora debe respetar los compromisos asumidos entre las diferentes autoridades ambientales sectoriales y las empresas, mediante las evaluaciones ambientales tales como Programas de Adecuación Ambiental (PAMAs), Estudios de Impacto Ambiental (EIAs), entre otros, según corresponda.

Décima.- El Ministerio de Educación promoverá la incorporación de aspectos vinculados a la prevención y control de la contaminación sonora en las currículas y programas educativos. Asimismo, promoverá la investigación y capacitación en temas de contaminación de ruidos.

Décimo Primera.- Todas las instituciones públicas o privadas deberán, en base al presente reglamento, promover la conciencia ciudadana para la prevención de los impactos negativos provenientes de la contaminación sonora.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera.- En tanto el Ministerio de Salud no emita una Norma Nacional para la medición de ruidos y los equipos a utilizar, éstos serán determinados de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas siguientes:

ISO 1996-1:1982: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos.

ISO 1996- 2:1987: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.

Segunda.- La DIGESA del Ministerio de Salud podrá dictar mediante resoluciones directorales disposiciones destinadas a facilitar la implementación de los procedimientos de medición y monitoreo previstos en la presente norma, incluyendo las disposiciones para la utilización de los equipos necesarios para tal fin.

Anexo N° 1

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN L_{AeqT}	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

ANEXO 6 Panel Fotográfico



Fotografía 1 "Ignimbrita" o sillar traído de la cantera Añashuayco por la empresa MARVISUR



Fotografía 2 Se pesan muestras representativas para el ensayo de humedad del agregado fino



Fotografía 3 Se pesan muestras representativas para el ensayo de humedad del agregado grueso



Fotografía 4 Horno utilizado para los ensayos de contenido de humedad y absorción.



Fotografía 5 Ensayo de granulometría del agregado fino



Fotografía 6 Ensayo de granulometría del agregado grueso (sillar blanco)



Fotografía 7 Secado del material al aire libre para realizar el ensayo de absorción del agregado fino



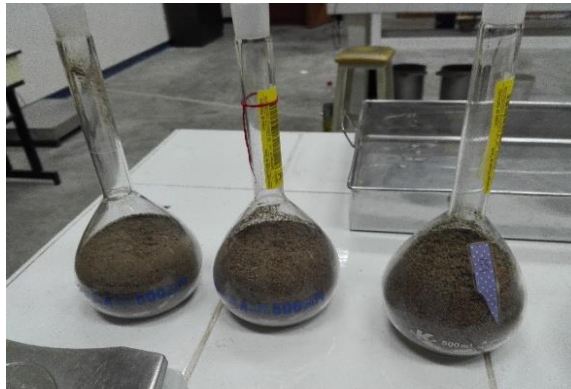
Fotografía 8 Ensayo de absorción del agregado fino



Fotografía 9 Muestras listas para realizar el ensayo de absorción del agregado grueso (sillares)



Fotografía 10 Muestras sumergidas en agua que se utilizarán para ensayos de peso específico y absorción



Fotografía 11 Ensayo de peso específico del agregado fino



Fotografía 12 Ensayo de peso específico del agregado grueso (sillar rosado)



Fotografía 13 Secado del agregado (sillar blanco) para ensayo de peso específico



Fotografía 14 Secado del agregado (sillar rosado) para ensayo de peso específico



Fotografía 15 Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino



Fotografía 16 Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso (grava)



Fotografía 17 Limpieza de los moldes de metal cilíndricos



Fotografía 18 Antes de vaciar la mezcla a los moldes se debe cubrir el interior con petróleo



Fotografía 19 Pesando materiales de acuerdo a valores obtenidos del diseño de mezcla



Fotografía 20 Empezamos a realizar la mezcla con ayuda del trompo



Fotografía 21 Realizamos prueba de slump



Fotografía 22 Se coloca la mezcla en 3 capas, en cada capa dar 25 golpes con la varilla de 5/8"



Fotografía 23 Culminación de la elaboración de los primeros 15 moldes de concreto



Fotografía 24 Desencoframos luego de 24 horas, y se colocan en agua para su curado



Fotografía 25 Cumplido el tiempo de curado, se sacan los testigos del agua se pesan y se toma la medida de la altura y diámetro de los testigos de concreto



Fotografía 26 Se dejan las muestras al sol para que puedan secar y luego se someten a prueba de compresión



Fotografía 27 Ensayo de compresión a las 7 días



Fotografía 28 Ensayo de compresión a los 14 días



Fotografía 29 Ensayo de compresión a los 28 días



Fotografía 30 módulo de aislamiento acústico



Fotografía 31 Ensayo experimental de aislamiento acústico



Fotografía 32 Medición de temperatura en estado fresco del concreto



Fotografía 33 Ensayo de peso unitario del concreto fresco

ANEXO 7 NORMA E.020 CARGAS

PESOS UNITARIOS

MATERIALES	PESO kN/m ³ (Kg/m ³)
Aislamientos de:	
Corcho	2,0 (200)
Fibra de Vidrio	3,0 (300)
Fibroemento	6,0 (600)
Poliuretano y poliestireno	2,0 (200)
Albañilería de:	
Adobe	16,0 (1600)
Unidades de albañilería cocida sólidas	18,0 (1800)
Unidades de albañilería cocida huecas	13,5 (1350)
Concreto Simple de:	
Cascote de ladrillo	18,0 (1800)
Grava	23,0 (2300)
Pómez	16,0 (1600)
Concreto Armado	Añadir 1,0 (100) al peso del concreto simple.
Enlucido o Revoque de:	
Mortero de cemento	20,0 (2000)
Mortero de cal y cemento	18,5 (1850)
Mortero de cal	17,0 (1700)
Yeso	10,0 (1000)
Líquidos:	
Aceites	9,3 (930)
Ácido Muriático	12,0 (1200)
Acido Nítrico	15,0 (1500)
Acido sulfúrico	18,0 (1800)
Agua dulce	10,0 (1000)
Agua de mar	10,3 (1030)
Alcohol	8,0 (800)
Gasolina	6,7 (670)
Kerosene	8,7 (870)

Petróleo	8,7 (870)
Soda Caústica	17,0 (1700)
Maderas:	
Coníferas	7,5 (750)
Grupo A*	11,0 (1100)
Grupo B*	10,0 (1000)
Grupo C*	9,0 (900)
* NTE E.101 Agrupamiento de Madera para uso estructural	
Mampostería de:	
Bloques de Vidrio	10,0 (1000)
Caliza	24,0 (2400)
Granito	26,0 (2600)
Mármol	27,0 (2700)
Pómez	12,0 (1200)
Materiales almacenados:	
Azúcar	7,5 (750)
Basuras Domésticas	6,6 (660)
Briquetas de carbón de piedra	17,5 (1750)
Carbón de piedra	15,5 (1550)
Cebada	6,5 (650)
Cemento	14,5 (1450)
Coke	12,0 (1200)
Frutas	6,5 (650)
Harinas	7,0 (700)
Hielo	9,2 (920)
Leña	6,0 (600)
Lignito	12,5 (1250)
Papas	7,0 (700)
Papel	10,0 (1000)
Pastos secos	4,0 (400)
Sal	10,0 (1000)
Trigo, frijoles, pallares, arroz	7,5 (750)
Turba	6,0 (600)
Materiales amontonados:	

Arena húmeda	18,0 (1800)
Caliza molida	16,0 (1600)
Carburo	9,0 (900)
Coke	5,2 (520)
Escorias de altos hornos	15,0 (1500)
Escorias de carbón	10,0 (1000)
Grava y arena secas	16,0 (1600)
Nieva fresca	1,0 (100)
Piedra pómez	7,0 (700)
Tierra seca	16,0 (1600)
Tierra saturada	18,0 (1800)
Metales:	
Acero	78,5 (7850)
Aluminio	27,5 (2750)
Bronce	85,0 (5000)
Cobre	89,0 (8900)
Estaño	74,0 (7400)
Fundición	72,5 (7250)
Hierro dulce	78,0 (7800)
Latón	85,0 (8500)
Mercurio	136,0 (13600)
Níquel	90,0 (9000)
Plomo	114,0 (11400)
Zinc	69,0 (6900)
Otros:	
Acrílicos	12,0 (1200)
Cartón bituminado	6,0 (600)
Concreto asfáltico	24,0 (2400)
Ladrillo pastelero	16,0 (1600)
Locetas	24,0 (2400)
Teja artesanal	16,0 (1600)
Teja industrial	18,0 (1800)
Vidrios	25,0 (2500)
Losas aligeradas armadas en una sola dirección de Concreto Armado	

Con vigueta 0,10 m de ancho y 0,40 m entre ejes		
Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio kPa (kgf/m ²)
0,17	0,05	2,8 (280)
0,20	0,05	3,0 (300)
0,25	0,05	3,5 (350)
0,30	0,05	4,2 (420)

ANEXO 8 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema General	Objetivo General	Hipótesis Principal	V.D.	V.I.	Indicadores
¿Cuál es la influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto de $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para muros de tabiquerías en edificaciones?	Determinar la influencia del sillar como sustituto del agregado grueso en la mejora de las propiedades del concreto de $f'c=175\text{kg/cm}^2$ para muros de tabiquería en edificaciones	Al sustituir el agregado grueso por sillar se mejorara las propiedades del concreto de $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquerías en edificaciones	Propiedades del concreto $f'c=175\text{ kg/cm}^2$ para muros de tabiquerías	Influencia del sillar como sustituto del agregado grueso	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Secundarias	V.D.	V.I.	
1 ¿Qué características debe cumplir el sillar para su utilización en el diseño de mezclas de concreto?	1 Determinar las características que debe cumplir el sillar para la utilización en el diseño de mezclas de concreto	1 Mediante los ensayos de laboratorio determinaremos las características de los materiales	Ensayos de laboratorio	Agregados	Norma Técnica Peruana (NTP)
2 ¿Qué proporciones de los materiales que se utilizan en la mezcla de concreto se necesitan para alcanzar una resistencia $f'c=175\text{kg/cm}^2$	2 Determinar las proporciones de los materiales para lograr una resistencia de $f'c=175\text{kg/cm}^2$	2 Con la identificación de las proporciones de los materiales y mediante el ensayo de compresión del concreto se lograra alcanzar la resistencia de diseño	Resistencia $f'c=175\text{kg/cm}^2$	Diseño de mezclas	Método ACI, método de módulo de fineza
3 ¿Qué diferencia hay entre las masas volumétricas del concreto con sillar y un concreto convencional?	3 Determinar la masa volumétrica del concreto convencional y concreto con adición del sillar , en estado fresco y en estado endurecido	3 Al reemplazar el agregado grueso con sillar se reducirá la masa volumétrica	Masa volumétrica	Agregados	NTP 400.017
4 ¿El concreto con sillar aísla mejor el sonido que el concreto convencional?	4 Determinar el aislamiento acústico	4 El uso del sillar dará un mejor aislamiento acústico al concreto	Aislamiento acústico	Sonido receptor	Ensayo experimental
4 ¿Cuál sería el costo de un concreto con sillar y un concreto convencional?	4 Estimar el costo de un concreto con sillar	4 Evaluar el costo aproximado de concreto con sillar y concreto convencional	Costo del concreto con sillar	Sillar	Precio de compra y traslado