



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE
SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS
PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU
APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO
LIGERO-PEATONAL**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

BALÓN FLOREANO WILMER JAVIER

SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI

TUTOR:

ING. RICHARD RAMÍREZ PALMA, Mg

La Libertad – Ecuador

2021

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE
SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS
PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU
APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO
LIGERO-PEATONAL**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

BALÓN FLOREANO WILMER JAVIER

SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI

TUTOR:

ING. RICHARD RAMÍREZ PALMA, Mg

La Libertad – Ecuador

2021

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por Balón Floreano Wilmer Javier y Suárez Plúas Gilson Sivori, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero Civil.

TUTOR

f. 

Ing. Richard Ramírez Palma. Mg

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

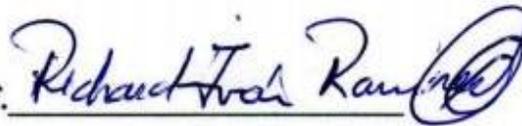
Ing. Juan Garcés Vargas, MSc.

La Libertad, a los 15 días del mes de marzo del año 2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “**DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL**”, elaborado por los estudiantes BALON FLOREANO WILMER JAVIER y SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f. 

Ing. Richard Ramírez Palma. Mg

La Libertad, a los 12 días del mes de marzo del año 2021

CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA

CERTIFICADO DE REVISIÓN DE LA REDACCIÓN Y ORTOGRAFÍA.

Yo, Magister, Oswaldo Flavio Castillo Beltrán. Certifico: Que he revisado la redacción y ortografía del contenido de la tesis: **“DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL”**, elaborado por los egresados. Balón Floreano Wilmer Javier y Suárez Plúas Gilson Sivori, previo a la obtención del título de: **INGENIERO CIVIL**.

Para efecto he procedido a leer y analizar de manera profunda el estilo y la forma del contenido del texto:

- Se denota pulcritud en la escritura en todas sus partes
- La acentuación es precisa
- Se utilizan los signos de puntuación de manera acertada
- En todos los ejes temáticos se evita los vicios de dicción
- Hay concreción y exactitud en las ideas
- No incurre en errores en la utilización de las letras
- La aplicación de la sinonimia es correcta
- Se maneja con conocimiento y precisión de la morfosintaxis
- El lenguaje es pedagógico, académico, sencillo y directo, por lo tanto es de fácil comprensión.

Por lo expuesto y en uso de mis derechos como Magister en Docencia y Gerencia en Educación Superior, recomiendo la VALIDEZ ORTOGRÁFICA de su tesis previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil y deja a vuestra consideración el certificado de rigor para los efectos legales correspondientes.

Atentamente,



Dr. Oswaldo Castillo Beltrán. Mg
Registro SENESCYT 1006-11-733293
Cuarto Nivel

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros

Balón Floreano Wilmer Javier

Suárez Plúas Gilson Sivori

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, “**DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

LOS AUTORES

f.



Balón Floreano Wilmer Javier

f.



Suárez Plúas Gilson Sivori

La Libertad, a los 15 días del mes de marzo del año 2021

AUTORIZACIÓN

Nosotros

Balón Floreano Wilmer Javier

Suárez Plúas Gilson Sivori

Autorizamos a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, la respectiva publicación de nuestro trabajo de titulación, cuyo tema es “**DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL**”, cabe resaltar que el contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

LOS AUTORES

f. 
Balón Floreano Wilmer Javier

f. 
Suárez Plúas Gilson Sivori

La Libertad, a los 15 días del mes de marzo del año 2021

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

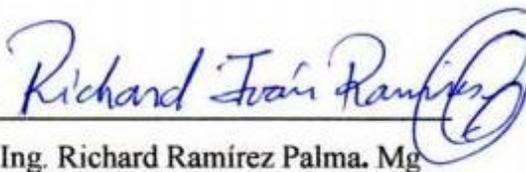
La libertad, 15 de marzo de 2021

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “**DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL**”, elaborado por los estudiantes BALON FLOREANO WILMER JAVIER y SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antipagio URKUND, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con el 3% de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

TUTOR

f. 
Ing. Richard Ramírez Palma. Mg

Document Information

Analyzed document	Tesis. Balon Wilmer y Suárez Sivori.docx (D98246072)
Submitted	3/14/2021 5:00:00 AM
Submitted by	
Submitter email	wilmer.balonfloreano@upse.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	lmoreno.upse@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/71897803.pdf Fetched: 3/14/2021 5:13:00 AM	  1
W	URL: https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/5305/UPSE-TIC-2020-00 ... Fetched: 7/14/2020 5:34:55 PM	  4
W	URL: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4482/1/T-UCE-0011-177.pdf Fetched: 1/14/2021 1:09:50 AM	  1
W	URL: https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11740/1/Tesis%20883%20-%2 ... Fetched: 2/1/2021 8:03:24 AM	  2
W	URL: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/13230/1/TTUAIC_2018_IC_CD0008.pdf Fetched: 2/1/2021 7:53:55 AM	  1
W	URL: https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/5222/UPSE-TIC-2019-00 ... Fetched: 7/18/2020 11:37:02 PM	  9
W	URL: https://docplayer.es/196982409-Universidad-estatal-peninsula-de-santa-elena.html Fetched: 1/23/2021 9:12:54 AM	  1

AGRADECIMIENTOS

Un eterno agradecimiento a DIOS, por ser el camino que me ha dirigido por el sendero correcto.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por haberme permitido formarme en sus aulas.

A los docentes, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado y dedicado en el transcurso de todo este tiempo a llegar al punto donde me encuentro.

Al tutor Richard, por brindarnos su valioso tiempo y sobre todo por esos buenos consejos en el transcurso del trabajo de titulación que nos animó en todo momento.

A la Ingeniera Lucrecia, por habernos permitido realizar cada uno de los ensayos como requerimiento de nuestra investigación en su laboratorio de suelos de manera desinteresada.

A mis amigos, Laboralista Magallanes Rogger, Panchana Mildred, Yagual Christian, Baque Luis quienes me brindaron su apoyo incondicional para vencer cada uno de los obstáculos que se presentaban en el campo universitario.

Wilmer Javier.

AGRADECIMIENTOS

A Jehová, DIOS, por ser la fuente de sabiduría y conocimiento, por permitirme entender y discernir.

A mi familia por brindarme la oportunidad de sustentar mis estudios, por su apoyo incondicional y respaldar cada decisión.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, la carrera de Ingeniería Civil y sus docentes que supieron responder con conocimiento, experiencia cada consulta: Raúl Villao, Kervin Chunga, por forjar la carrera en el corazón y la mente.

A la Ingeniera Lucrecia Moreno y su laboratorio Ingeotop, a ella que de manera desinteresada nos permitió el uso de sus instalaciones, equipos e impartió sus conocimientos.

Al centro de innovación Holcim y su personal por sus servicios en ensayos solicitados.

A mis amigos, Mildred Panchana, Christian Yagual, Fernanda Salvatierra, que han aportado amistad, motivación y conocimiento a lo largo de esta investigación y tiempo de formación.

A los compañeros de aula que sobrellevamos diferentes situaciones a lo largo de la carrera con mención especial a Adriana F, Angelica S, Eduardo B, Samara S.

Gilson Sivori.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico principalmente a mi querida madre Sofia Floreano, sin duda eres mi mayor ejemplo a seguir, gracias a ti he aprendido a luchar por cada una de mis metas, siempre estaré muy agradecido por tenerte a mi lado, este y los otros logros que cumpla serán en su honor.

A mi Papá Félix Balón, a pesar de ya no estas en este mundo sin duda has sido una fuente de motivación en esas situaciones complicadas.

A mis hermanas, por todo el apoyo incondicional y desinteresado que me brindan día a día, ellos son mi base fundamental para seguir luchando en el transcurso de mi vida.

Wilmer Javier.

DEDICATORIA

Dedico el trabajo de titulación a mis padres: Sivori Suárez de la Rosa y María Plúas Reyes, por su apoyo incondicional, paciencia, motivación, por creer en mis capacidades y aptitud, de respaldar cada paso con apoyo moral y económico, al ser ellos mi primera fuente ante cualquier situación de darme los consejos que me han servido en la toma de decisiones, de redireccionar mis pasos y de llenarme de confianza con cada palabra de aliento. De ser la energía que mueve mis ganas, expectativas de redistribución y superación.

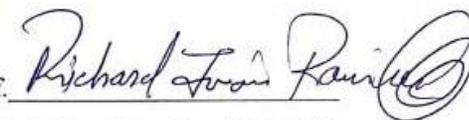
A mis hermanas, Angie Yelitza, Vania María, Ruth Isabel, Diana Belén, son la razón de no desistir de darme motivos y alegría que me alienta a superarme, de hacer de cada día una experiencia inolvidable.

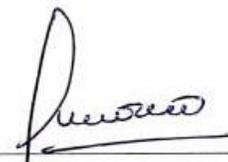
A la memoria de Robert Suarez, Pablo Plúas y Félix Plúas.

Gilson Sivori.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
Ing. Juan Garcés Vargas, MSc.
DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 
Ing. Richard Ramírez Palma, Mg.
TUTOR

f. 
Ing. Lucrecia Moreno Alcívar
DOCENTE ESPECIALISTA

f. 
Ing. Lucrecia Moreno Alcívar
DOCENTE DE LA UIC

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	II
APROBACIÓN DEL TUTOR	III
CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA	IV
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	V
AUTORIZACIÓN	VI
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....	VII
AGRADECIMIENTOS	IX
AGRADECIMIENTOS	X
DEDICATORIA	XI
DEDICATORIA	XII
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	XIII
ÍNDICE GENERAL	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XX
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XXII
RESÚMEN	XXIV
ABSTRACT.....	XXV
Introducción.....	XXVI
Capítulo I.....	1
1 Marco Contextual de la Investigación.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del Problema.....	2
1.3 Objetivos del Proyecto	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4 Alcance	4
Capítulo II.....	5
Marco Teórico.....	5
2.1. Método Minero	5
2.1.1. Calizas.....	5
2.2. Áridos y Materiales de Construcción.....	7

2.2.1.	Áridos	7
2.2.2.	Clasificación de los Agregados	8
2.2.3.	Agregado Fino	10
2.2.4.	Agregado Grueso.....	10
2.2.5.	Agua.....	11
2.2.6.	Cemento	12
2.3.	Adoquín	15
2.3.1.	Aplicación del Adoquín.....	16
2.3.2.	Requisitos del Adoquín para su Fabricación	17
2.3.3.	Adoquines de Hormigón	19
Capítulo III	22
Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados de las Canteras	22
3.1.	Selección de los Materiales	22
3.1.1.	Ubicación y Característica de la Cantera El Tablazo.....	22
3.2.	Ensayos de las Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados	24
3.2.1.	Análisis Granulométrico en los Agregados Fino y Grueso Según la Norma NTE INEN 696	24
3.2.2.	Densidad Saturada Superficialmente Seca y Absorción del Agregado	30
3.2.3.	Determinación de la Masa Unitaria (Peso Volumétrico) Según Norma NTE INEN 858	36
3.2.4.	Determinación del Valor de la Degradación del Agregado Grueso de Partículas Menores a 37,5 mm Mediante el Uso de la Máquina de los Ángeles Según Norma NTE INEN 860	41
3.2.5.	Determinación del Contenido Total de Humedad Según Norma NTE INEN 86245	
Capítulo IV	48
Diseño de Hormigón	48
4.1.	Método A.C.I Para el Diseño Hormigón.....	48
4.2.	Parámetros Para el Método A.C.I Para el Diseño de Hormigón	48
4.2.1.	Relación Agua-Cemento	49
4.2.2.	Resistencia Promedio a la Compresión Especificada del Hormigón	49
4.2.3.	Resistencia Promedio a la Compresión Requerida del Hormigón	50
4.2.4.	Revenimiento en el Cono de Abrams.....	51
4.3.	Diseño de Hormigón Según el Método A.C.I 211.1	52

4.4.	Descripción del Diseño N° 5: Diseño de Mezcla con Agregado Fino El Triunfo y Agregado Grueso El Tablazo para la Elaboración de Cilindros de Hormigón	53
4.4.1.	Valores de diseño previo	59
4.4.2.	Resultado de las 6 Dosificaciones Elaboradas para 1 m ³ de Hormigón	61
4.5.	Procedimiento para Elaborar Hormigón en Concreteira	64
4.6.	Elaboración de Cilindros de Hormigón	65
4.7.	Descripción del Diseño N° 7: Diseño de Mezcla con Agregado Fino El Triunfo y Agregado Grueso El Tablazo Para la Elaboración de Adoquines de Hormigón	66
4.8.	Elaboración de Adoquines de Hormigón	68
Capítulo V		70
Análisis de Resultados		70
5.1.	Propiedades del Hormigón Fresco	70
5.1.1.	Consistencia	70
5.1.2.	Trabajabilidad	70
5.1.3.	Homogeneidad	71
5.1.4.	Densidad	71
5.1.5.	Asentamiento y Peso de Hormigón Fresco	72
5.2.	Propiedades del Hormigón Endurecido a los Cilindros de Hormigón	75
5.2.1.	Determinación de la Resistencia a la Compresión de los Cilindros de Hormigón Según Norma NTE INEN 1573	75
5.2.2.	Determinación de la Resistencia a Tracción Indirecta de Especímenes Cilíndricos de Concreto Según NTG 41017-h15	89
5.2.3.	Determinación del Número de Rebote, Ensayo de Esclerometría Según Norma NTE INEN 3121	91
5.2.4.	Módulo de Elasticidad y Relación de Poisson	95
5.3.	Propiedades del Hormigón Endurecido a los Adoquines de Hormigón.	100
5.3.1.	Medida de las Dimensiones de un Adoquín (Anexo C)	100
5.3.2.	Determinación del Índice de Absorción Total del Agua (Anexo D)	101
5.3.3.	Medida de la Resistencia a la Tracción Indirecta (Anexo E)	102
Capítulo VI		106
Presupuesto		106
6.1	Mezcla con Cemento Hidráulico Tipo GU (Uso General)	106
6.2	Mezcla con Cemento Hidráulico Tipo HE (Alta Resistencia Inicial)	109
Capítulo VII		113

Conclusiones y Recomendaciones	113
7.1. Conclusiones.....	113
7.2. Recomendaciones	115
ANEXOS	116
REPORTE FOTOGRÁFICO	172
BIBLIOGRAFÍA.....	187

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Especificaciones técnicas de Holcim Fuerte Tipo GU</i>	14
Tabla 2 <i>Especificaciones técnicas de Holcim Premium Tipo HE</i>	15
Tabla 3 <i>Requisitos de adoquín</i>	17
Tabla 4 <i>Factor de corrección para adoquín</i>	18
Tabla 5 <i>Tolerancias admisibles</i>	18
Tabla 6 <i>Tamaño de la muestra para ensayo del agregado grueso</i>	25
Tabla 7 <i>Especificaciones para agregado fino</i>	27
Tabla 8 <i>Especificaciones para agregado grueso</i>	27
Tabla 9 <i>Resultados del análisis granulométrico del agregado fino y grueso</i>	28
Tabla 10 <i>Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado fino</i>	33
Tabla 11 <i>Masa mínima de la muestra de ensayo</i>	34
Tabla 12 <i>Resultado de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado grueso</i>	36
Tabla 13 <i>Capacidad de los moldes</i>	37
Tabla 14 <i>Requisitos para los moldes</i>	38
Tabla 15 <i>Densidad del agua</i>	38
Tabla 16 <i>Resultados del peso volumétrico del agregado fino y grueso</i>	41
Tabla 17 <i>Especificaciones para la carga</i>	43
Tabla 18 <i>Gradación de las muestras de ensayo</i>	43
Tabla 19 <i>Resultado de la degradación del agregado grueso</i>	44
Tabla 20 <i>Tamaño de la muestra del agregado</i>	46
Tabla 21 <i>Resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso</i>	47
Tabla 22 <i>Control de obra</i>	51
Tabla 23 <i>Revenimientos recomendados según el tipo de construcción</i>	54
Tabla 24 <i>Cantidad aproximada de agua de mezclado y contenido de aire</i>	55
Tabla 25 <i>Correspondencia entre la relación agua-cemento y la resistencia a la compresión</i>	55
Tabla 26 <i>Volumen de agregado grueso (m³) por unidad de volumen de concreto</i>	57
Tabla 27 <i>Dosificación de diseño de hormigón por peso y volumen</i>	58
Tabla 28 <i>Resultado del diseño de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco)</i>	61
Tabla 29 <i>Resultado del diseño de mezcla con agregado fino el triunfo y agregado grueso El Tablazo</i>	62
Tabla 30 <i>Resultado del diseño de mezcla con Agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco</i>	62
Tabla 31 <i>Resultado del diseño de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco)</i>	63
Tabla 32 <i>Resultado del diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo</i>	63
Tabla 33 <i>Resultado del diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco</i>	64

Tabla 34 Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco	77
Tabla 35 Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco	78
Tabla 36 Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo	79
Tabla 37 Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo	80
Tabla 38 Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco	81
Tabla 39 Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco	82
Tabla 40 Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco	83
Tabla 41 Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo	84
Tabla 42 Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño HE. I de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo	85
Tabla 43 Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco	86
Tabla 44 Resultado de la tracción indirecta de las mezclas con cemento hidráulico por desempeño Tipo GU	91
Tabla 45 Resultado de la tracción indirecta de las mezclas con cemento hidráulico por desempeño Tipo HE	91
Tabla 46 Resultado del módulo de elasticidad de la mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco) con cemento hidráulico Tipo HE.....	97
Tabla 47 Resultado del módulo de elasticidad de la mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo con cemento hidráulico Tipo HE.....	99
Tabla 48 Resultado de las medidas de dimensiones de las 8 muestras.....	101
Tabla 49 Resultado de la absorción de 2 muestras.....	102
Tabla 50 Factor de corrección k	104
Tabla 51 Resultado de la tracción indirecta de los adoquines con cemento hidráulico por desempeño Tipo HE.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Agregado fino de la cantera El Tablazo</i>	10
Figura 2	<i>Agregado grueso de la cantera El Tablazo</i>	11
Figura 3	<i>Adoquín como pavimento articulado</i>	16
Figura 4	<i>Aplicación de la mezcla de hormigón en aceras y bordillos</i>	17
Figura 5	<i>Detallamiento de los elementos del adoquín</i>	20
Figura 6	<i>Ubicación de la cantera El Tablazo</i>	23
Figura 7	<i>Cantera El Tablazo</i>	24
Figura 8	<i>Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera El Triunfo</i>	28
Figura 9	<i>Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera El Tablazo</i>	29
Figura 10	<i>Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera Calizas Huayco</i>	29
Figura 11	<i>Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera El Tablazo</i>	30
Figura 12	<i>Máquina de Los Ángeles</i>	42
Figura 13	<i>Comparación del revenimiento de las mezclas</i>	74
Figura 14	<i>Comparación del peso del hormigón de 1 m³ de las mezclas</i>	74
Figura 15	<i>Esquema de los modelos típicos de fractura</i>	76
Figura 16	<i>Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	77
Figura 17	<i>Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	78
Figura 18	<i>Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo</i>	79
Figura 19	<i>Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo</i>	80
Figura 20	<i>Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	81
Figura 21	<i>Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	82
Figura 22	<i>Curva de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	83
Figura 23	<i>Curva de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo</i>	84
Figura 24	<i>Curva de las resistencias a la compresión del Diseño HE. I de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo</i>	85
Figura 25	<i>Curva de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	86
Figura 26	<i>Curva de Comparación de resultados de resistencia a la compresión por el tipo de cemento hidráulico por desempeño Tipo GU</i>	87
Figura 27	<i>Curva de Comparación de resultados de resistencia a la compresión por el tipo de cemento hidráulico por desempeño Tipo HE</i>	87
Figura 28	<i>Curva de Comparación de resultados de resistencia a la compresión de la mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo con cementos por desempeño tipo (GU-HE)</i>	88

Figura 29 <i>Curva de Comparación de resultados de resistencia a la compresión de la mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco con cementos por desempeño tipo (GU-HE)</i>	88
Figura 30 <i>Vista general del aparato con respecto a la alineación</i>	90
Figura 31 <i>Correlación de números de golpes con estimación de resistencia.....</i>	93
Figura 32 <i>Estimación de resultado de la esclerometría de las mezclas con cemento hidráulico por desempeño Tipo GU-HE</i>	94
Figura 33 <i>Diagrama del módulo de elasticidad de la mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco) con cemento hidráulico Tipo HE.....</i>	98
Figura 34 <i>Diagrama del módulo de elasticidad de la mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo con cemento hidráulico Tipo HE</i>	99

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera El Triunfo</i>	116
Anexo 2 <i>Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera El Tablazo</i>	117
Anexo 3 <i>Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera Calizas Huayco</i>	118
Anexo 4 <i>Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera El Tablazo</i>	119
Anexo 5 <i>Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado fino de la cantera El Triunfo</i>	120
Anexo 6 <i>Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado fino de la cantera El Tablazo</i>	121
Anexo 7 <i>Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado grueso de la cantera Calizas Huayco</i>	122
Anexo 8 <i>Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado grueso de la cantera El Tablazo</i>	123
Anexo 9 <i>Resultados del peso volumétrico suelto del agregado fino de la cantera El Triunfo</i>	124
Anexo 10 <i>Resultados del peso volumétrico suelto del agregado fino de la cantera El Tablazo</i>	125
Anexo 11 <i>Resultados del peso volumétrico suelto y varillado del agregado grueso de la cantera Calizas Huayco</i>	126
Anexo 12 <i>Resultados del peso volumétrico suelto y varillado del agregado grueso de la cantera El Tablazo</i>	127
Anexo 13 <i>Resultados de la degradación del agregado grueso de la cantera El Tablazo</i>	128
Anexo 14 <i>Resultados del contenido de humedad del agregado fino El Triunfo</i>	129
Anexo 15 <i>Resultados del contenido de humedad del agregado fino El Tablazo</i>	130
Anexo 16 <i>Resultados del contenido de humedad del agregado grueso Calizas Huayco</i>	131
Anexo 17 <i>Resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso</i>	132
Anexo 18 <i>Resultado de la densidad del cemento hidráulico por desempeño Tipo GU</i>	133
Anexo 19 <i>Resultado de la densidad del cemento hidráulico por desempeño Tipo HE134</i>	
Anexo 20 <i>Resultado de la consistencia normal del cemento hidráulico por desempeño Tipo GU</i>	135
Anexo 21 <i>Resultado de la consistencia normal del cemento hidráulico por desempeño Tipo HE</i>	136
Anexo 22 <i>Resultado del Diseño de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco) con cemento GU</i>	137
Anexo 23 <i>Resultado del Diseño de mezcla con Agregado fino El Triunfo Y Agregado grueso El Tablazo con cemento GU</i>	139
Anexo 24 <i>Resultado del Diseño de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco con cemento GU</i>	141
Anexo 25 <i>Resultado del Diseño de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco) con cemento HE</i>	143

Anexo 26	<i>Resultado del Diseño de mezcla con Agregado fino El Triunfo Y Agregado grueso El Tablazo con cemento HE</i>	145
Anexo 27	<i>Resultado del Diseño de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco con cemento HE</i>	147
Anexo 28	<i>Resultado del Diseño de mezcla con Agregado fino El Triunfo Y Agregado grueso El Tablazo con cemento HE para el adoquín</i>	149
Anexo 29	<i>Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	151
Anexo 30	<i>Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	152
Anexo 31	<i>Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo</i>	153
Anexo 32	<i>Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo</i>	154
Anexo 33	<i>Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	155
Anexo 34	<i>Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	156
Anexo 35	<i>Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	157
Anexo 36	<i>Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo</i>	158
Anexo 37	<i>Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño HE. I de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo</i>	159
Anexo 38	<i>Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco</i>	160
Anexo 39	<i>Resultado de la tracción indirecta de las mezclas con cemento hidráulico por desempeño Tipo GU</i>	161
Anexo 40	<i>Resultado de la tracción indirecta de las mezclas con cemento hidráulico por desempeño Tipo HE</i>	162
Anexo 41	<i>Resultado de esclerometría de las 3 mezclas con cemento GU</i>	163
Anexo 42	<i>Resultado de esclerometría de la mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco) con cemento HE</i>	164
Anexo 43	<i>Resultado de esclerometría de la mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo con cemento HE</i>	165
Anexo 44	<i>Resultado de esclerometría de la mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco con cemento HE</i>	166
Anexo 45	<i>Resultado del módulo de elasticidad de la mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco) con cemento hidráulico Tipo HE</i>	167
Anexo 46	<i>Resultado del módulo de elasticidad de la mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo con cemento hidráulico Tipo HE</i>	168
Anexo 47	<i>Resultado de las medidas de dimensiones de las 8 muestras</i>	169
Anexo 48	<i>Resultado de la absorción de 2 muestras</i>	170
Anexo 49	<i>Resultado de la tracción indirecta de los adoquines con cemento hidráulico por desempeño Tipo HE</i>	171

RESÚMEN

TEMA: “DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL”

Autores: Balón Floreano Wilmer Javier
Suárez Plúas Gilson Sivori

Tutor: Ing. Richard Ramírez Palma. Mg.

La provincia de Santa Elena, a nivel de infraestructuras y construcciones se encuentra en un crecimiento constante, por lo que, la necesidad de extraer materiales locales que reduzcan los costos de construcción es un objetivo principal de desarrollo. Actualmente se sigue importando agregados pétreos desde la provincia del Guayas con costos que reducen los beneficios económicos, aunque en el cerro El Tablazo y en la provincia se tiene el agregado de caliza fosilífera, el cual no tiene suficientes investigaciones que contribuyan a la explotación de la caliza de la formación Tablazo y disminuir las importaciones de estos materiales. La caliza fosilífera es utilizada como elemento decorativo y es subutilizada como agregado, por lo que se justifica elaborar diseños de mezclas de hormigón de cemento Portland Tipo GU y Tipo HE de resistencia a la compresión $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$, con variantes de agregado grueso y fino, para evaluar, analizar los resultados y aplicarlos en la elaboración de adoquines. Los adoquines son usados en calles de tráfico ligero, peatonales y plazas, por lo que es un buen elemento en la que se utilice este tipo de hormigón con agregado local y disminuir los costos de construcción.

Esta investigación dará a conocer un diseño de hormigón con agregado El Tablazo (caliza fosilífera) que generará fuentes de trabajo local y valor agregado a un material subvalorado de la que se describe las características mecánicas y físicas del material al igual que del hormigón diseñado. En futuras investigaciones se deben de optimizar diseños de mezclas de hormigón Tablazo de diferentes resistencias a la compresión adicionando aditivos.

Palabras clave: cantera El Tablazo, coquina, lumaquela, hormigón, adoquín, tráfico ligero

ABSTRACT

TEMA: “CONCRETE DESIGN WITH CALCAREOUS AGGREGATES FROM THE TABLAZO FORMATION AND ITS APPLICATION IN THE ELABORATION OF LIGHT-PEDESTRIAN TRAFFIC ADOQUIN”

Authors: Balón Floreano Wilmer

Javier

Suárez Plúas Gilson Sivori

Tutor: Ing. Richard Ramírez Palma. Mg.

The province of Santa Elena at the infrastructure and construction level is in constant growth, so the need to extract local materials that reduce construction costs is a major development goal. Actually, stone aggregates are still imported from the province of Guayas with costs that reduce economic benefits, although in the El Tablazo hill and in the province there is the addition of fossil limestone, which does not have enough research that contributes to the exploitation of the limestone of the Tablazo formation and decrease imports of these materials. Fossil limestone is used as a decorative element and is underused as an aggregate, so it is justified to develop designs of Portland Gu and Type HE cement concrete mixtures of compression resistance $f'c \leq 300 \text{ Kg/cm}^2$, with thick and fine aggregate variants, to evaluate, analyze the results and apply them in the production of cobblestones. Cobblestones are used in light traffic streets, pedestrians and squares, so it is a good element in which this type of concrete with local aggregate is used and reduce construction costs.

This research will provide knowledge of a concrete design with El Tablazo aggregate (fossil limestone) that will generate sources of local work and added value, an undervalued material which describes the mechanical and physical characteristics of the material as well as the designed concrete. Future research should optimize tablazo concrete mix designs of different compressive strengths by adding additives.

Keywords: El Tablazo quarry, coquina, lumaquela, concrete, cobblestone, light traffic

Introducción

En el presente trabajo de investigación se realizará el diseño de hormigón con agregados de la cantera El Tablazo y su mezcla con el cemento por desempeño Tipo GU y el cemento por desempeño tipo HE, para su aplicación en adoquines de tráfico ligero peatonal.

Según Sánchez Luna, Hermenejildo De La, Guzhñay Zurita, and Proaño Cadena (2011), la cantera El Tablazo se encuentra ubicado en la provincia de Santa Elena, Con un área de aproximadamente 57 hectáreas y una organización conformada por la Cooperativa Minera El Tablazo I que está constituida por 81 socios.

Menciona Sánchez Luna et al. (2011), la formación geológica El Tablazo está conformada por calizas orgánicas en donde se extraen material para fines varios utilizado en escolleras, pedraplenes, bloques de mamposterías y cimientos. Producto de su extracción mediante voladuras y fricción mecánica quedan residuos subvalorados que muy bien pueden ser utilizados como agregados de construcción, si a este material mediante triturado y tamizado se logra un parámetro apto en el diseño de un hormigón experimental diferente al patrón convencional. Tomando en cuenta que estas partículas requeridas son una mezcla entre coquinas y lumaquelas que son propios de la caliza organogena de esta formación geológica.

De acuerdo con Catuto Saona (2019), la cantera El Tablazo posee una gran problemática por la explotación no controlada de sus recursos, siendo éste uno de los factores más importantes que originan los efectos negativos como condiciones de trabajo inseguras para el personal y el manejo de la explotación indiferenciada de este material.

Además, se obtiene agregado fino y agregado grueso con material de la cantera El Tablazo por procesos de cribado y triturado. Por otra parte, se utiliza los agregados pétreos que se distribuyen en la provincia de Santa Elena, como el agregado fino originario de la cantera El Triunfo y el agregado grueso originario de cantera Calizas Huayco. Ahora bien, a los materiales se le realizan los ensayos pertinentes en el laboratorio para conocer las propiedades físicas y mecánicas por las Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, de cada uno de los agregados para después diseñar las 3 dosificaciones con los 2 tipos de cementos por el método A.C.I 211.1 para concreto de peso normal y denso con requerimiento de resistencia a la compresión $f'_c=300 \text{ kgf/cm}^2$.

Mezcla con Cemento Hidráulico Tipo GU (uso general):

1. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco)
2. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo
3. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco

Mezcla con cemento Hidráulico Tipo HE (alta resistencia inicial):

4. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco)
5. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo
6. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco

Después de haber realizado cada una de las dosificaciones, se analizará los resultados y se comprobará las mezclas bajo las normas de los ensayos al hormigón fresco y al hormigón endurecido y al finalizar con la investigación elaborar adoquín de referencia con el hormigón Tablazo que haya cumplido la resistencia de diseño para su aplicación con el tráfico ligero peatonal.

Capítulo I

1 Marco Contextual de la Investigación

1.1 Antecedentes

Citando a Cordero, Abrio, and Maqueda (2012), argumenta que la utilización del concreto también llamado hormigón fue utilizado por Egipto y los Romanos hasta llegar a la actualidad. El hormigón es un material que se emplea para la construcción de Estructuras y para la fabricación de distintos trabajos en la vida cotidiana. Debido a su resistencia del material y sus distintas propiedades que se han ido transformando a través del tiempo, el concreto se ha mantenido como un material esencial para construcción y edificaciones.

Teniendo en cuenta a Silverio and Rau (2018), menciona que el hormigón es un gran descubrimiento que ayuda al desarrollo de la ingeniería. Por otra parte Ferreira, Valencia, and Hernández (2017), manifiestan que la mezcla de hormigón es la composición de los agregados finos y grueso con cemento, agua y en otras ocasiones se emplea los aditivos. Por otra parte Alvarez, Martín, and García Casado (1995), indica que la mezcla de mortero es la composición entre el cemento, agregado fino y el agua.

Rollings (1984), sostiene que hace aproximadamente XXV siglos atrás se inicia la historia de los pavimentos articulados, en aquella época la civilización de los cartagineses y los romanos comenzaron a utilizar los adoquines en las vías para aumentar el flujo vehicular. Desde la antigüedad los adoquines han formado parte del desarrollo para el avance de la civilización y en la construcción de carreteras, la fabricación de adoquines de hormigón como dice ZEAS and TALAVERA (2003), fue una imitación al diseño de un carretera que comúnmente eran construidas con piedras, La evolución técnica es

notable porque ha permitido conocer e investigar nuevos sistemas de fabricación de adoquines para pavimentos articulados.

Según Sandoval and Merchán (2010), los pavimentos articulados tienen una composición de una capa de rodadura que comprende en bloques prefabricados de hormigón llamados adoquines que son acomodados sobre una capa de arena con poco espesor, también puede ser ubicada sobre una capa de base granular o de una subrasante.

Citando a Sánchez Castillo (2004), expresa que en la actualidad se propone buscar otros materiales como materia prima que proporcionen una superficie con la capacidad de soportar cargas de tránsito y que permitan tener una buena resistencia y durabilidad. Por ello es fundamental conocer las propiedades físicas y mecánicas de los agregados con la finalidad de determinar por medio de normas si cumplen con los requisitos. Citando a Soria Baquerizo and Vera Laínez (2019), estos adoquines de hormigón pueden ser utilizados en zonas peatonales como andenes, Plazas, urbanizaciones, calles, avenidas, etc.

1.2 Planteamiento del Problema

El tema de investigación está relacionada con la cantera El Tablazo que está localizada en el cantón Santa Elena y según Lagasca Loaiza (2020), define que este lugar tiene como límites: Al norte con la parroquia Colonche, al este con la parroquia Chanduy, al sur con la parroquia San José de Ancón y al oeste con el Océano Pacífico. Este sitio cuenta con un área de 57 hectáreas en donde se extraen principalmente Coquinas y Lumaquelas que se estima tienen un volumen de 459 859, 32 m³, correspondiendo a una cantidad de 412 914,245 m³ de Coquina y 46 945,075 m³ de lumaquelas.

La extracción de estos minerales empieza a finales de la década de los 90, pero ha sido regulada desde el 2002 y el 12 de mayo del 2010 por la Secretaría de Minas del Litoral, por lo que los trabajos de extracción se desarrollaran hasta el 26 de julio del 2032. La zona de estudio que está a cargo de la cooperativa minera El Tablazo I, con 81 socios cuenta con aproximadamente 19 años de explotación.

La problemática que existe dentro de la cantera es la extracción sin un diseño de explotación de recursos de manera sustentable que permita dar un valor económico como agregado óptimo. Para ello se propone hacer el diseño de hormigón con materiales provenientes de la cantera y su influencia con el adoquín para los diferentes tipos de construcciones como calles de pavimentos articulados. Clemente Panchana and Ramírez Baquerizo (2019), argumentan que, en la provincia de Santa Elena, existe un gran porcentaje de vías lastradas con un alto índice de plasticidad, y que en épocas de invierno se convierte en un problema que afecta principalmente a toda la comunidad de Santa Elena.

1.3 Objetivos del Proyecto

1.3.1. Objetivo General

Elaborar un diseño de mezcla de hormigón de Cemento Portland de resistencia específica a la compresión $f'c = 300 \text{ kgf/cm}^2$ con los agregados provenientes de la cantera El Tablazo para adoquín de tráfico ligero.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Diseñar y analizar distintas mezclas de hormigón $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días con el método A.C.I. 211.1 utilizando cemento Tipo GU, cemento Tipo HE, agregado El Tablazo, agregado Calizas Huayco, agregado El Triunfo y agua potable.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados.
- Determinar las propiedades del hormigón fresco y endurecido como: Revenimiento, Resistencia a la compresión, Módulo de elasticidad. Resistencia a la tracción indirecta.
- Elaborar adoquín con el diseño de hormigón $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$ con agregado Tablazo de acuerdo a norma NTE INEN 3040.
- Comparar los análisis de precios unitarios de los diferentes diseños de mezclas de hormigón con cementos Tipo GU y HE que cumplan la resistencia especificada $f'c = 300 \text{ Kg/cm}^2$

1.4 Alcance

El diseño de mezcla de hormigón de cemento portland con agregado Tablazo evaluara la una resistencia a la compresión a los 28 días de $f'c=300 \text{ Kg/cm}^2$ y se considerara en el empleo de adoquines para tráfico ligeros con cemento Holcim Tipo GU y tipo HE, no considera el uso de ningún tipo de aditivos,

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Método Minero

Como lo hace notar Herrera Herbert and Pla Ortiz de Urbina (2006), la denominación de este método con relación a su uso en la minería y su extracción, de acuerdo con cada tipo de yacimientos, las características correspondientes de sus recursos y el estado en el que se encuentran corresponde a una secuencia repetitiva y mecánica que en cada iteración no existe mínimas alteraciones, este guiado en base a sistemas de distintas metodologías apoyadas en maquinarias.

Como señala Guardia (2010), en su explicación ideológica sobre la mina y su propiedad, donde los yacimientos de subsuelos y superficie representan a todos los intereses generales de la sociedad de un estado que las representa, menciona que superficie y mina son un solo cuerpo o se separan según las leyes a las que rigen las concepciones mineras y los gobiernos.

2.1.1. Calizas

Tipos de Caliza. Como lo hace notar Colmenares Cruz (2002), las calizas están compuestas por rocas sedimentarias con un mínimo de 50% de calcitas y 90% como máximo de carbonato de calcio (CaCO_3), en sus estructuras se encuentran fósiles y gran variedad de este material que se aplica en la construcción, en su escala de dureza Mohs se encasilla en la escala 3 y 4 sobre 10 donde el diamante tiene la dureza máxima.

Según Labanda Ochoa and Rodríguez Columba (2020), estas calizas ante ácidos clorhídricos generan una reacción efervescente, en su muestra con menos impurezas es de

color blanco, presenta diferentes matices en sus medida como la arcillas, hematitas, óxidos de minerales como hierro pigmentan de beige, café a marrón, gris, verdeazulado.

Usos de Calizas. Como citan los autores Ciro Jimenez, Quiceno Higinio, and Puerta Ruiz (2018), la densidad de este material se encuentra entre los rangos de 2.380 Kg/cm² y 2.870 kg/cm², con usos muy frecuentes se encontró en pigmentos, construcción de camino, balastos en vías de trenes, agregados en hormigones, alimentos agroindustriales y cosméticos.

Tipos de Piedra Caliza

Calizas Nodulosas Rojas. Menciona Labanda Ochoa and Rodríguez Columba (2020), sobre esta roca de carbonato de calcio con pigmentos en rojos, debe su origen en los fangos microticos en un proceso denominado bioturbación, esto ocurre en altos fondos marinos muy alejados del continente que emergieron en el jurásico, es considerado muy valioso por geólogos, científicos, y resulta comercial las calizas de rojo Caravaca, rojo y gris Cehegín, Ceeguín médium y el Rojo Quipar.

Calizas Fosilíferas. Destaca Labanda Ochoa and Rodríguez Columba (2020), sobre esta roca de carbonato de calcio compuesta por fósiles en grandes porcentaje de su volumen, las más representativas de ellas son las que datan del paleocenos en este caso las Calizas Nummulíticas, y los restos de arrecifes calcificados.

Lumaquelas o Coquinas. Plantea Labanda Ochoa and Rodríguez Columba (2020), que esta roca de carbonato de calcio compuesta por granos grueso de valvas de molusco y múltiples organismos como es el caso de las lumaquelas de gasterópodos,

lumaquela de nummulites que es la misma caliza nummulítica y estas deben su presencia de poros al ser menos cementadas y compactadas, resulta ser un tipo de caliza fosilífera.

Calizas Lacustres. Considera Labanda Ochoa and Rodríguez Columba (2020), sobre estas rocas de carbonato de calcio que deben sus orígenes a los distintos medios lacustres, compuestas de valvas y gasterópodos de masas de agua dulce y turbaciones emitidas por raíces de oncolitos, todas de amalgamas en grisáceos.

2.2. Áridos y Materiales de Construcción

2.2.1. Áridos

Empleando las palabras de Troyano-Moreno (2019), menciona que estos materiales pétreos que presentan características tanto mecánicas, físicas y químicas de resistencias necesaria que no afecten la durabilidad a través de periodos prolongados de tiempo ni la resistencia del hormigón ,ante esfuerzos sometidos.

Desde la posición de Gámez-García, Saldaña-Márquez, Gómez-Soberón, and Corral-Higuera (2017), indica que un excelente árido que produce un menor volumen de vacíos en una misma superficie total se considerada mínima al ocupar uno de los primeros lugares en los recursos más usados como en la construcción, tan solo con el agua encabezando el listado de importancia.

Bustillo Revuelta (2008), describe que los materiales al poseer una granulometría, y distintos módulos de finuras, esto agregados pétreos son llevados a la mezcla con aglomerantes en este caso el cemento y agua que producirá una activación química hidráulica en la elaboración de hormigones.

Tipos de Áridos

Áridos Naturales. Declara Troyano-Moreno (2019), como áridos naturales y se considera a los de formas geométrica redondeadas u ovoides se puede decir que estos son los cantos rodados que deben su forma a la fricción y abrasión con la que pulieron su superficie, que es muy común encontrarlos en canteras o graveras donde han sido cuencas de ríos o cauces producto de escorrentías y es este tipo de forma geométrica en este material que facilitan la trabajabilidad en obra.

Áridos Artificiales. Manifiesta Troyano-Moreno (2019), como áridos artificiales al origen que proviene de un proceso mecánico industrial y para lograr ciertas granulometrías son sometidas a procesos de trituración y tamizados, estos agregados son de formas geométricas, puntiagudas o de aristas angulosas. Debido a su forma oponen resistencia al desgaste y tienden a formarse en cuñas que dificultan la trabajabilidad en obra.

Áridos Reciclados. Indica Bustillo Revuelta (2008), que nacen de un proceso de derrocamiento de estructuras muy variadas considerando edificios, pavimentos y otras estructuras. Este proceso eco amigable debe ser sometido a análisis y estudios para una optimización de tales recursos y la aplicabilidad en que se verá envuelta.

2.2.2. Clasificación de los Agregados

Según su Origen

Rocas Ígneas. Indica Orozco-Centeno, Bedoya, and Jiménez-Builes (2014), pueden ser conocidas como rocas magmáticas a aquellas que se originan por el

enfriamiento y solidificación de magma que se encuentra en movimiento y a una temperatura muy caliente por lo tanto existe un entrelazamiento de sus partículas.

Rocas Sedimentarias. Según Orozco-Centeno et al. (2014), es el resultado de depósitos acumulados de varias rocas que sufrieron meteorización, alteraciones químicas y procesos biológicos transportados por agentes como viento y agua que finalmente se consolidan.

Rocas Metamórficas. Enfatiza Orozco-Centeno et al. (2014), al resultado de la modificación por presión y temperatura de rocas ígneas y sedimentarias. Si sufre metamorfismo en fluidos químicamente activos la roca sufre ajustes estructurales y en su mineralogía se ve alterada.

Tamaño de Partícula

Agregado Fino. A juicio de Rojas Suero (2014), sostiene que el material se considera como frontera al tamiz N° 4 como pasante y retenido en el tamiz N° 200.

Agregado Grueso. Como plantea Vila, Pereyra, and Gutiérrez (2017), es el material que se considera como tamiz frontero inferior al tamiz N° 4.

Fragmentación. Como expresa Revuelta (2008), estos enunciados:

Naturales. Agregados que se encuentran fragmentados por la intemperie del lugar.

Manufacturados. Agregados que se encuentran fragmentados por procesos industriales.

2.2.3. Agregado Fino

Como afirma Prudente Merchán and Vallejo Salguero (2019), al material pétreo denominado arena que es el más convencional entre los agregados finos, pero no es el único, puesto que existen agregados finos por proceso de trituración de rocas. Se considera que no debe tener partículas alargadas o laminares en exceso, tampoco se considera la presencia de deletéreos y arcillas como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Agregado fino de la cantera El Tablazo



Nota. El gráfico representa una cantidad de agregado fino El Tablazo que se utilizó en la mezcla de hormigón.

2.2.4. Agregado Grueso

Como señala Prudente Merchán and Vallejo Salguero (2019), al material pétreo denominado piedra, ripio o incluso canto rodado tienen la particularidad de tener formas tan variadas que pueden ser alargadas, angulares, rugosas, redondas y lisas como se presenta en la figura 2, deben de estar libre de arcillas o cualquier tipo de deletéreos e impurezas químicas como aceite que no permitan buena adherencia entre elementos.

Figura 2

Agregado grueso de la cantera El Tablazo



Nota. El gráfico representa una cantidad de agregado grueso El Tablazo que se utilizó en la mezcla de hormigón.

2.2.5. Agua

Afirma RODRIGUEZ (1995), que el porcentaje de agua en la mezcla tiene una gran relevancia en la vida útil de la estructura de concreto como la resistencia, la trabajabilidad y la compactación, incluso los problemas como la corrosión de las estructuras de refuerzo, la capacidad para soportar la intemperie y su permeabilidad, por otro lado la disgregación de los agregados en mezclas debe ser homogénea y se verán afectadas si no se cumple con su dosificación o criterios de diseño.

Asevera Alejandro Quimí and Merchán Reyes (2019), que este elemento aporta a la hidratación del cemento, obteniendo una pasta de material aglutinante que unirá a los agregados pétreos, en su empleo no debe de presentar químicos perjudiciales como materia orgánica, ácidos o álcalis, ni aceites.

2.2.6. Cemento

Considera Cherre Seminario and Sandoval Vargas (2019), como un material conglomerante hidráulico compuesto por mezclas de Clinker y yeso que generan una reacción al incorporarse agua. Por sus propiedades de adherencia, cohesión y fraguado presentan características de resistencia y durabilidad.

Comenta Sanjuan Barbudo and Chinchón Yepes (2014), que en ocasiones se usa el cemento solo al igual que el yeso que mezclados con agua originan pasta pura, fraguan y se consolidan incluso sumergidos en masas acuosas.

Historia del Cemento Portland. Como comenta Lucio, Méndez, and Moragues (2013), en las últimas etapas del periodo de piedra, en el neolítico que abarca entre 10000 A.C. y 7000 A.C. los asentamientos de hombres en la piedra nueva empezaron a usar aglomerantes naturales, compuestos de arcillas, cenizas, fibras, huesos y como ejemplo vestigios arqueológicos de Catal Huyun de Turquía.

Así mismo menciona Mindiola Carrillo (2011), que en las primeras potencias que surgieron en medio oriente y norte de África, en el periodo que duran entre los años 4000 A.C. y 3500 A.C. con la finalidad de lograr proezas de acuerdo al tamaño de sus imperios, rocas, maderas, ladrillos, aglomerantes, yesos calcinados hicieron de bloques de piedras en ciudades históricas como Urun y Ur, tales maravillas fueron los jardines flotantes de Babilonia y la ciudad de Nínive. La cual aún quedan vestigios de aquellas estructuras contempladas en esta época como las pirámides en Egipto y sus esfinges.

Según Alvarez, Martín, and Casado (1995), los principios para la elaboración del cemento portland han sufrido mínimas alteraciones desde finales de siglo XIX, sin duda

que es una evolución a procesos técnicos y científicos de los primeros ligantes aglomerantes preparándolas para análisis investigativos con cara a una optimización de este material.

Tipos de cementos

Asegura Alejandro Quimí and Merchán Reyes (2019), que las normativas NTE INEN 152/ASTM C150, con relación a su homólogo la norma ASTM tienen como más destacados las siguientes clasificaciones para el cemento.

Puros. (Norma NTE INEN 152/ASTM C150)

- Tipo I: Uso común
- Tipo II: Moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación
- Tipo III: Elevada resistencia inicial
- Tipo IV: Bajo calor de hidratación
- Tipo V: Alta resistencia a la acción de los sulfatos
- Tipo IA, IIA, IIIA: Incorporadores de aire

Por desempeño. (Norma NTE INEN 2380/ASTM C1157)

- Tipo GU: Uso general
- Tipo HE: Alta resistencia inicial
- MS: Moderada resistencia a los sulfatos
- HS: Alta resistencia a los sulfatos
- MH: Moderado calor de hidratación
- LH: Bajo calor de hidratación

Cemento Hidráulico Tipo GU de Uso General. Está diseñada para todo tipo de construcción en general, contando como principales características sus resistencias, durabilidad y destacado desempeño que cumple y excede los estándares de la norma NTE INEN 2380 y sus especificaciones técnicas en la tabla 1.

Tabla 1

Especificaciones técnicas de Holcim Fuerte Tipo GU

	INEN 2380	Valor referencial
Cambios de longitud por autoclave, % máximo	0,80	-0,06
Tiempo de fraguado inicial, método Vicat		
No menos de, minutos	45	190
No más de, minutos	420	
Contenido de aire del mortero, en volumen, %	A	3
Resistencia a la compresión, MPa, mínimo		
1 día	A	9
3 días	13	17
7 días	20	22
28 días	28	31
Expansión en barras de mortero 14 días, % máx	0,020	0,002

Nota. Esta tabla muestra las especificaciones técnicas al promedio de datos obtenida del cemento que se despacha de Holcim. Tomada de Holcim (2015a).

Cemento Hidráulico Tipo HE de Alta Resistencia Inicial. Está fabricado para obtener altas resistencias iniciales, es ideal para edificaciones y sistemas industrializados; su destacado desempeño cumple y excede los estándares de la norma NTE INEN 2380 y sus especificaciones técnicas en la tabla 2.

Tabla 2*Especificaciones técnicas de Holcim Premium Tipo HE*

	INEN 2380	Valor referencial
Cambios de longitud por autoclave, % máximo	0,80	-0,04
Tiempo de fraguado, método Vicat		
No menos de, minutos	45	190
No más de, minutos	420	
Contenido de aire del mortero, en volumen, %		3
Resistencia a la compresión, MPa, mínimo		
1 día	12	14
3 días	24	25
7 días	-	32
28 días	-	40

Nota. Esta tabla muestra las especificaciones técnicas al promedio de datos obtenida del cemento que se despacha de Holcim. Tomada de Holcim (2015b).

2.3. Adoquín

Como menciona Salguero Caicedo (2013), que los adoquines son de muy frecuente uso en pavimentos articulados como se representa en la figura 3, que van desde cargas extrapesadas hasta peatonales, en el transcurso de siglos estos elementos han sido desde rocas, maderas, cerámicas y de hormigones, por lo tanto innova en el uso de materiales a lo largo de los siglos.

Figura 3

Adoquín como pavimento articulado



Nota. El gráfico representa la colocación del adoquín en el pavimento articulado para uso peatonal.

2.3.1. Aplicación del Adoquín

Comenta Salguero Caicedo (2013), que es frecuente la aplicabilidad de estos elementos como sollicitación en el tráfico ligero o liviano como en la figura 4.. No se necesita de gran técnica para colocarlos en sitio y también se adapta en sitios como:

- Aceras y veredas
- Áreas Urbanísticas y residenciales
- Calles de cascos históricos
- Jardineras
- Estacionamientos
- Plataformas de aeropuerto
- Terminales marítimas
- Vías urbanas y rurales

Figura 4

Aplicación de la mezcla de hormigón en aceras y bordillos



Nota. El gráfico representa la mezcla de hormigón con agregados de la cantera El Tablazo utilizada en aceras y bordillos. Tomada de la urbanización Villa Marina.

2.3.2. *Requisitos del Adoquín para su Fabricación*

Para la fabricación de adoquines se usará la norma NTE INEN 3040 y a continuación en la tabla 3 se detallan los requisitos:

Tabla 3

Requisitos de adoquín

Tipos de uso	N° de vehículos por día mayores de 3 Ton brutas	Equivalente total de repeticiones de eje estándar después de 20 años de servicio	Forma recomendada de adoquín	Resistencia característica (Mpa) compresión a los 28 días
Peatonal	0	0	A, B, C	20
Estacionamientos y calles residenciales	0-150	$0-4,5 \times 10^5$	A,B,C	30
Caminos secundarios y calles principales	150-1500	$4,5 \times 10^5 - 4,5 \times 10^6$	A	40

Nota. Esta tabla muestra los requisitos del adoquín por los tipos de usos. Tomada de la norma NTE INEN 1488

Forma y Dimensiones

- Para tráfico ligero-peatonal se recomienda usar un espesor de 6 cm y tomar en cuenta el factor de corrección según la tabla 4.

Tabla 4

Factor de corrección para adoquín

Espesor del adoquín	Tipo de adoquín	
	mm	Liso
60	1,00	1,05
80	1,04	1,11
100	1,08	1,16

Nota. Esta tabla muestra el factor de corrección para el adoquín con respecto al espesor y el tipo. Tomada de norma NTE INEN 1488.

- Los adoquines son fabricados con espaciadores, caras laterales y aristas
- Tolerancias admisibles como se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5

Tolerancias admisibles

Espesor del adoquín	Longitud	Ancho	Espesor
mm	mm	mm	mm
< 100	±2	±2	±3
≥ 100	±3	±3	±4

Nota. Esta tabla muestra las tolerancias admisibles para la forma y dimensiones del adoquín. Tomada de Proaño Calucho and Tuglema Mangia (2018).

Propiedades Físicas y Mecánicas del Adoquín

Resistencia climática por absorción total del agua

Resistencia a la rotura por tracción indirecta

Resistencia al desgaste por abrasión

Resistencia al deslizamiento/resbalamiento

2.3.3. Adoquines de Hormigón

Para el detallamiento del adoquín se debe tomar en cuenta las partes de un adoquín según la Figura 5.

Elementos del Adoquín

Cara Superior. Área donde circula el tránsito

Cara Inferior. Superficie que entra en contacto con la capa de arena

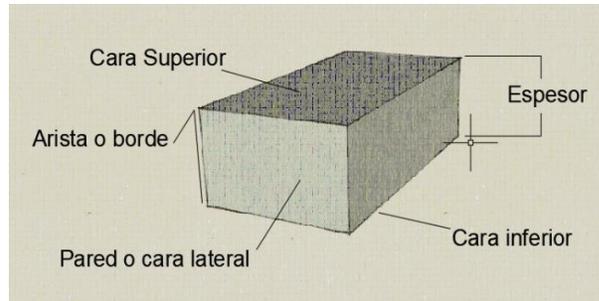
Caras Laterales. Paredes que conforman el total volumétrico del elemento y determinan el espesor del adoquín

Aristas. Bordes donde empalman dos caras

Bisel. Plano inclinado en las aristas de la cara superior que se puede realizar o no en el momento de la fabricación, en tal caso de realizarse debe de tener 1 cm de ancho o más

Figura 5

Detallamiento de los elementos del adoquín



Nota. El gráfico representa los elementos del adoquín.

Espesor. Los adoquines con espesores de:

- Inferior a 6 cm: Se denomina baldosa
- 6 cm: Recomendado para tráfico peatonal y vehicular liviano
- 8 cm: Recomendado para vía de tráfico medio y pesado, entre ellos aeropuertos
- 10 cm: Para tráfico extrapesado, entre ellos patios de cargas y puertos marítimos

Beneficios del Adoquín

Durabilidad. Puede presentar una larga vida útil dependiendo de la calidad del agregado fino y grueso, muy aparte de los cuidados en su proceso de fabricación libre de impurezas y posterior a la colocación.

Permeabilidad. Entre las unidades de adoquines colindantes, deja fluir el agua entre las caras de los elementos.

Implementación en Obra. Se realiza por obreros en su totalidad, no depende de máquinas pesadas en su implementación a excepción de la nivelación del suelo de cimentación y la camilla de arena.

Mantenimiento. Resulta ser económico reemplazar algún ejemplar comparándole con los pavimentos rígidos y flexibles que no puede ser reutilizado en aquella misma área el material extraído.

Resistencia. Está sometido a la intemperie desde su colocación, y cambios bruscos de temperatura, desgastes de agentes naturales, químicos y mecánicos.

Ornato. Dependiendo del requerimiento es sutil a las pigmentaciones y forma.

Impurezas y contaminación. No emite contaminación ambiental.

Capítulo III

Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados de las Canteras

3.1. Selección de los Materiales

En el presente capítulo se da a conocer las características del material empleados en el diseño del hormigón experimental, también se detalla el proceso de elaboración de las probetas de hormigón para cada una de las dosificaciones empleadas en este estudio, los ensayos de laboratorio al material y el hormigón. El resultado final depende de la calidad del material a emplearse.

3.1.1. Ubicación y Característica de la Cantera El Tablazo

En el presente trabajo se realizó visitas a la concepción minera El Tablazo que está ubicada en la provincia de Santa Elena en las coordenadas UTM Zona 17, Este: 515772.24 m. Norte: 9755414,49 m como representa la figura 6. Se utiliza de esta cantera agregados finos y gruesos para el hormigón experimental.

La cantera El Tablazo se caracteriza por tener calizas fosilíferas como materiales como coquinas y lumaquelas en forma de piedra base con relleno de baja plasticidad que pueden ser utilizadas en distintas obras en el ámbito ingenieril

Figura 6

Ubicación de la cantera El Tablazo



Nota. El gráfico representa la ubicación de la cantera El Tablazo. Tomada de Google Earth.

Material de la Cantera El Tablazo

El material de la cantera El Tablazo según la figura 7, pertenece a la formación geológica del mismo nombre conformada por coquinas y lumaquelas que son un tipo de calizas fosilífera, de buena resistencia mecánica y por lo que es utilizada como piedra base, piedra dos caras, roca ornamental y también como agregado fino y agregado grueso. Este último material tiene poco uso por el desconocimiento de mezcla de hormigón de este agregado que resulta ser material subvalorado de voladuras en la extracción de materiales de mayores tamaños, sean estas rocas para escolleras, rocas dos caras, adoquines de piedras, paredes y rocas de cimientos. Estos residuos subvalorados son tamizados y triturados hasta lograr los tamaños a requerir en nuestro diseño de hormigón, por lo tanto, este material no se encuentra puro, al decir que son solo de coquinas o solo de lumaquelas, es preferible denominarles agregados finos y gruesos por la mezcla de la que derivan ya procesados.

Figura 7

Cantera El Tablazo



Nota. El gráfico representa la ubicación del agregado fino (coquina) y agregado grueso (lumaquela) de la cantera El Tablazo.

3.2. Ensayos de las Propiedades Físicas y Mecánicas de los Agregados

3.2.1. Análisis Granulométrico en los Agregados Fino y Grueso Según la Norma NTE INEN 696

Esta norma por el método de ensayo establece la determinación de la distribución granulométrica de los agregados fino y grueso por tamizado.

Este método de ensayo es usado para obtener la graduación de los materiales con el propósito de utilizarlo como agregados para el diseño de hormigón. El cumplimiento de la distribución granulométrica de los agregados permite obtener resultados con los requisitos de las especificaciones y presentar la información para un control de los agregados.

Equipos;

- Balanzas: las balanzas deben tener una legibilidad y exactitud para así ser utilizadas en el ensayo de los agregados gruesos y finos.
- Tamices: la tela y los marcos deben cumplir los requisitos de la Norma NTE INEN 154.
- Agitador de tamices mecánico: el dispositivo de tamizado mecánico debe crear movimientos en los tamices para que las partículas caigan y reboten.
- Horno: Mantenerse a una temperatura de $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Muestreo:

- El tamaño de la muestra debe indicar una cantidad de acuerdo a la norma NTE INEN 695.
- El tamaño de la muestra del agregado fino para el ensayo debe ser como mínimo 300 gramos.
- El tamaño de la muestra del agregado grueso para el ensayo debe ser como se indica en la tabla 6.

Tabla 6

Tamaño de la muestra para ensayo del agregado grueso

Tamaño nominal máximo, Aberturas cuadradas	Tamaño de la muestra del ensayo mínimo
mm	kg
9,5	1
12,5	2
19	5
25	10
37,5	15
50	20
63	35
75	60
90	100
100	1500
125	300

Nota. La tabla muestra los tamaños del agregado grueso para el ensayo de granulometría.

Tomada de norma NTE INEN 696.

Procedimiento:

- Secar los agregados a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta una masa constante
- Seleccionar los tamices necesarios y adecuados a las partículas al material a ensayarse, con la finalidad de obtener las especificaciones requeridas. Utilizar los tamices necesarios para proporcionar información sobre el módulo de finura y la cantidad de material sobre un tamiz
- Granulometría de agregado grueso corresponde a los tamices de (2", 1", 1.5", 1", ½", 3/8", N°4)
- Granulometría de agregado fino corresponde a los tamices (3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200)
- Se procede a tender sobre una superficie plana el material a analizar y realizar una mezcla para homogeneizar tal material y continuar con un cuarteo donde se extrae una muestra representativa.
- Ordenar de forma decreciente los tamices según el tamaño de abertura y colocar el material en el tamiz superior. Agitar manualmente o por la máquina de tamices mecánicos durante un periodo de tiempo.
- En cada tamiz quedará un material retenido y pasante que serán pesados en una balanza que debe de tener una exactitud de 0,1%, con esto obtendremos el tamaño máximo nominal, el tamaño máximo del agregado y a su vez el módulo de finura.
- El ensayo de análisis granulométrico debe cumplir con las especificaciones para el agregado fino según la tabla 7 y las especificaciones para el agregado grueso según la tabla 8.

Tabla 7

Especificaciones para agregado fino

Tamiz		Especificaciones ASTM	
N°	mm	Limite inferior	Limite Superior
3/8	9,53	100	100
N° 4	4,75	95	100
N° 8	2,36	80	100
N° 16	1,18	50	85
N° 30	0,60	25	60
N° 50	0,30	10	30
N° 100	0,15	2	10
FONDO	0,00	0	0

Nota. La tabla muestra los tamaños del agregado fino para el ensayo de granulometría

Tomada de la Norma ASTM C-033-03.

Tabla 8

Especificaciones para agregado grueso

Tamiz		Especificaciones ASTM			
N°	mm	3/4	1	1 1/2	2
2 1/2	63,50				100
2	50,80			100	95 a 100
1 1/2	38,10		100	95 a 100	
1	25,40	100	95 a 100		35 a 70
3/4	19,05	90 - 100		35 a 70	
1/2	12,70		25 a 60		10 a 30
3/8	9,53	20 a 55		10 a 30	
No 4	4,75	0 - 10	0 a 10	0 a 5	0 a 5
No 8	2,36	0 - 5	0 a 5		
FONDO	1,18				

Nota. La tabla muestra las especificaciones del agregado grueso para el ensayo de granulometría. Tomada de la Norma ASTM C-033-03.

Después de haber tamizado toda la muestra, se usa la balanza para pesar todo el material retenido en cada tamiz. Por medio de cálculos obtener el porcentaje del material

retenido y el material pasante para determinar el tamaño máximo, tamaño máximo nominal y el módulo de finura del agregado fino.

Resultados:

Tabla 9

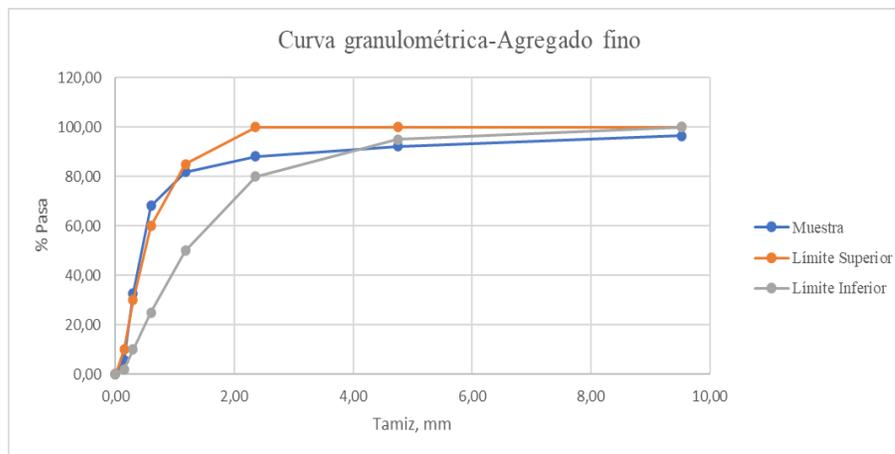
Resultados del análisis granulométrico del agregado fino y grueso

Descripción	Tipos de agregado	Módulo de finura	Tamaño máximo	Tamaño máximo nominal
Cantera El Triunfo	Agregado fino	2,4	-	-
Cantera Calizas Huayco	Agregado grueso	-	1"	3/4"
Cantera El Tablazo	Agregado fino y grueso	2,8	1"	3/4"

Nota. La tabla muestra los resultados del análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos de la cantera Calizas Huayco y la cantera El Tablazo.

Figura 8

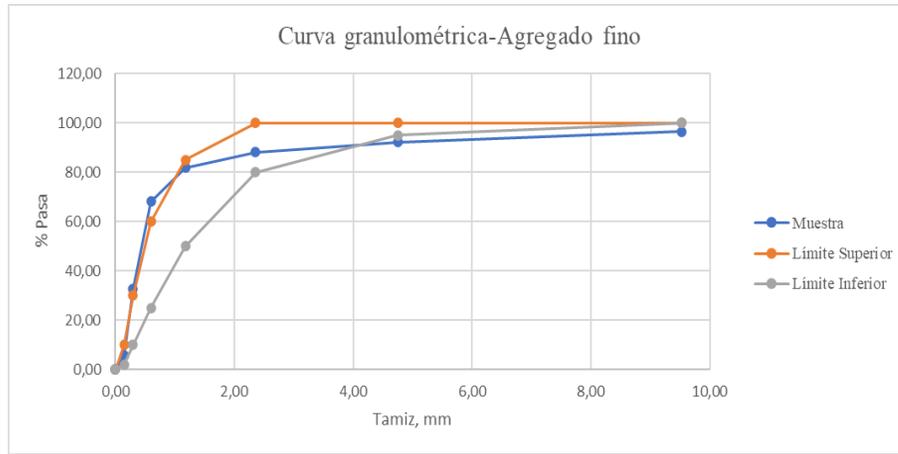
Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera El Triunfo



Nota. El gráfico representa la curva granulométrica del agregado fino con un módulo de finura de 2,4.

Figura 9

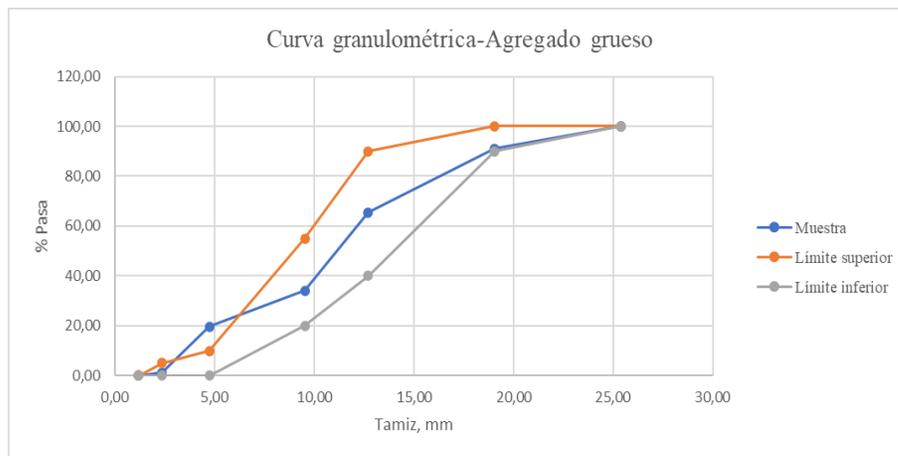
Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera El Tablazo



Nota. El gráfico representa la curva granulométrica del agregado fino con un módulo de finura de 2,8.

Figura 10

Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera Calizas Huayco

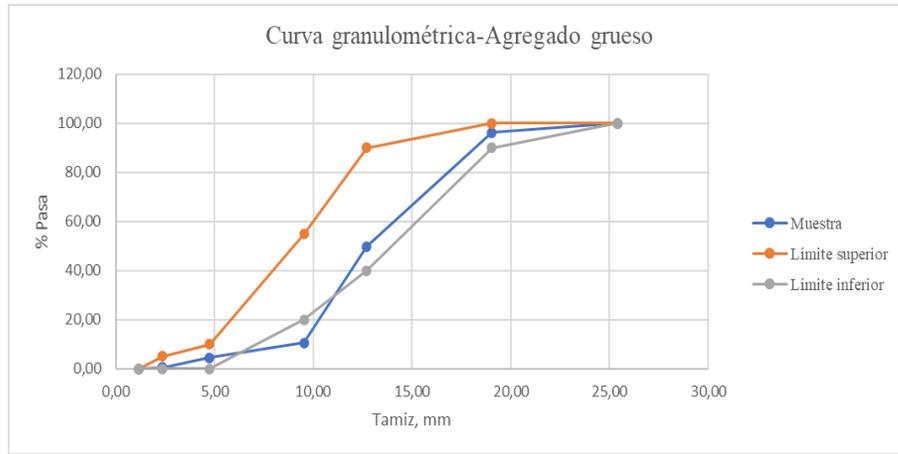


Nota. El gráfico representa la curva granulométrica del agregado grueso con un TMN $\frac{3}{4}$

“

Figura 11

Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera El Tablazo



Nota. El gráfico representa la curva granulométrica del agregado grueso con un TMN $\frac{3}{4}$

“

3.2.2. Densidad Saturada Superficialmente Seca y Absorción del Agregado

Densidad Saturada Superficialmente Seca y Absorción del Agregado Fino

Según Norma NTE INEN 856.

Su aplicación de este método de ensayo sirve para la determinación de la densidad saturada superficialmente y la absorción del agregado fino sin tomar en cuenta el volumen de vacíos entre partículas. Según el procedimiento utilizado, la densidad se expresa como la densidad saturada superficialmente seca cuando está en condición saturada superficialmente seca.

La densidad saturada superficialmente es utilizada para calcular el volumen del agregado fino de la mezcla de hormigón, el cálculo de vacíos entre partículas de agregado y para la determinación de la humedad superficial del agregado.

Por otra parte, los valores de absorción, son calculados a partir del cambio de masa del agregado por la absorción de agua de los poros de las partículas en condición seca. El valor de absorción se consigue después de sumergir el agregado seco en agua por un periodo de tiempo.

Equipos

- Balanza: deben tener una capacidad de 1 kg o más, también deben tener una legibilidad y exactitud para así ser utilizadas.
- Picnómetro:
- Matraz: es un frasco de Le Chatelier para una muestra de aproximadamente de 55 gr.
- Molde: es un molde metálico en forma de cono truncado.
- Compactador para ensayo de humedad superficial: es un compactador con una masa de $340 \text{ gr} \pm 15 \text{ gr}$.
- Horno: Mantenerse a una temperatura de $110^\circ \text{C} \pm 5^\circ \text{C}$.

Muestreo:

- Tomar las muestras de ensayo de aproximadamente 1 kg.

Procedimiento:

- La muestra de agregado se sumerge en agua por 24 horas \pm 4 horas hasta que tenga una masa constante con el objetivo de llenar sus poros de agua.
- Se retira la muestra del agua y se seca superficialmente para después determinar su masa.
- Luego la muestra es colocada en un recipiente graduado y por medio del método gravimétrico se obtiene el volumen de la muestra.

- Finalmente, esa muestra se coloca en el horno y se vuelve a secar.
- Los valores obtenidos servirán para los cálculos de la densidad saturada superficialmente seca y la absorción.

Cálculos:

- **Densidad Saturada Superficialmente Seca (Gravedad Especifica) (D.S.S.S):**

En condición saturada superficialmente seca.

$$G_{SSS} = \frac{S_1}{0,9975(R_2 - R_1)}$$

Dónde?:

S_1 = masa de la muestra saturada superficialmente seca, gr

R_1 = lectura inicial del nivel del agua en el frasco de Le Chatelier, cm^3

R_2 = lectura final del nivel del agua en el frasco de Le Chatelier, cm^3

- **Absorción**

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

Dónde?:

S = masa de la muestra saturada superficialmente seca, gr

A = masa de la muestra seca al horno, cm^3

Resultados:

Tabla 10

Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado fino

Descripción	Densidad saturada superficialmente seca	Absorción
	kg/m³	%
Cantera El Triunfo	2631,58	2,39
Cantera El Tablazo	2487,56	3,33

Nota. La tabla muestra los resultados de la densidad superficialmente seca y la absorción del agregado fino de la cantera El Triunfo y la cantera El Tablazo.

Densidad Saturada Superficialmente Seca y Absorción del Agregado

Grueso Según Norma NTE INEN 857.

Su aplicación de este método de ensayo sirve para la determinación de la densidad saturada superficialmente y la absorción del agregado grueso sin tomar en cuenta el volumen de vacíos entre partículas. Según el procedimiento utilizado la densidad se expresa como la densidad saturada superficialmente seca cuando está en condición saturada superficialmente seca.

La densidad saturada superficialmente es utilizada para calcular el volumen del agregado grueso de la mezcla de hormigón, el cálculo de vacíos entre partículas de agregado y para la determinación de la humedad superficial del agregado.

Por otra parte, los valores de absorción, son calculados a partir del cambio de masa del agregado por la absorción de agua de los poros de las partículas en condición seca. El valor de absorción se consigue después de sumergir el agregado seco en agua por un periodo de tiempo.

Se debe preparar la mezcla con las cantidades según lo establece la Tabla 11, para así realizar el ensayo de la densidad.

Tabla 11

Masa mínima de la muestra de ensayo

Tamaño máximo nominal del árido	Masa mínima de la muestra para el ensayo
mm	kg
12,5 o menor	2
19	3
25	4
38	5
50	8
63	12
75	18
90	25
100	40
125	75

Nota. La tabla muestra la cantidad de masa para el ensayo. Tomada de la norma NTE INEN 857

Equipos

- Balanza. Deben tener una legibilidad y exactitud para así ser utilizadas
- Recipiente para la muestra. Canasta de alambre con abertura de 3,35 mm con capacidad de 4 litros a 7 litros
- Tanque de agua: tanque hermético
- Tamices: debe cumplir los requisitos de la norma NTE INEN 154
- Horno: Mantenerse a una temperatura de $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$

Muestreo:

- Tomar las muestras de ensayo según la norma NTE INEN 695

Procedimiento:

- La muestra de agregado se sumerge en agua por 24 horas \pm 4 horas hasta que tenga una masa constante con el objetivo de llenar sus poros de agua
- Se retira la muestra del agua y se seca superficialmente para después determinar su masa.
- Luego por medio del método del desplazamiento de agua se obtiene el volumen de la muestra
- Finalmente, esa muestra se coloca en el horno y se vuelve a secar
- Los valores obtenidos servirán para los cálculos de la densidad saturada superficialmente seca y la absorción

Cálculos:

- **Densidad Saturada Superficialmente Seca (Gravedad Especifica) (D.S.S.S):**

En condición saturada superficialmente seca.

$$G_{SSS} = \frac{B}{(B - C)}$$

Dónde?:

B = masa en aire de la muestra saturado superficialmente seca, gr

C = masa aparente en agua de la muestra saturada, gr

- **Absorción**

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

Dónde?:

$B = \text{masa en aire de la muestra saturado superficialmente seca, gr}$

$A = \text{masa de aire de la muestra secada al horno, gr}$

Resultado:

Tabla 12

Resultado de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado grueso

Descripción	Densidad saturada superficialmente seca	Absorción
	kg/m ³	%
Cantera Calizas Huayco	2408,19	4,52
Cantera El Tablazo	2164,50	4,98

Nota. La tabla muestra los resultados de la densidad superficialmente seca y la absorción del agregado grueso de la cantera calizas huayco y la cantera El Tablazo.

3.2.3. Determinación de la Masa Unitaria (Peso Volumétrico) Según Norma NTE INEN 858

Este método de ensayo por medio de la norma permite determinar la masa unitaria del agregado en condición suelta y compactada, para luego calcular los vacíos entre partículas de los agregados finos y gruesos.

Este método de ensayo es usado en agregados que no exceden un TMN de 125 mm.

Los valores de masa unitaria también son usados para la determinación en relación entre la masa/volumen.

La masa unitaria del agregado es la masa de una unidad de volumen con respecto al agregado total, en donde incluye el volumen de vacíos entre partículas y el volumen de las partículas individuales.

Equipos:

- Balanza: Deben tener una legibilidad y exactitud para así ser utilizadas
- Varilla de compactación: es una varilla de acero, lisa con un diámetro de 16 mm y una longitud de 600 mm
- Molde: Cilindro de metal, impermeable, rectos y uniformes en la parte superior-fondo. Su diámetro debe ser aproximadamente igual a su altura
- Los límites de capacidad del molde están indicados en la tabla 13
- Para el espesor del molde debe cumplir con la tabla 14
- Aproximación de la temperatura del agua de 0,5 °C de acuerdo a la tabla 15

Tabla 13

Capacidad de los moldes

Tamaño máximo nominal del agregado	Capacidad nominal del molde ^A
mm	m ³ (litros)
12,5	0,0028(2,8)
25,0	0,0093(9,3)
37,5	0,014(14)
75,0	0,028(28)
100,0	0,070(70)
125,0	0,100(100)

^A Capacidad del molde a utilizar para ensayar agregados de un tamaño máximo nominal igual o menor que el correspondiente en la lista. El volumen real del molde debe ser de al menos el 95% del volumen indicado

Nota. La tabla muestra la capacidad de los moldes con respecto al tamaño máximo nominal Tomada de la Norma NTE INEN 858

Tabla 14*Requisitos para los moldes*

Capacidad del molde	Espesor mínimo del molde		
	Fondo	38 mm superiores de la pared ^A	Resto de la pared
Menor que 11 (litros)	5,0 mm	2,5 mm	2,5 mm
De 11 litros a 42 litros incluido	5,0 mm	5,0 mm	3,0 mm
Sobre 42 litros a 80 litros incluido	10,0 mm	6,4 mm	3,8 mm
Sobre 80 litros a 133 litros incluido	13,0 mm	7,6 mm	5,0 mm

^A El espesor adicional, se puede obtener mediante la colocación de una banda de refuerzo en la parte superior del molde

Nota. La tabla muestra la capacidad con respecto al espesor del molde. Tomada de la norma NTE INEN 858

Tabla 15*Densidad del agua*

Temperatura	Densidad
°C	kg/m ³
15	999,19
17	998,86
19	988,49
21	998,08
23	997,62
25	997,13
27	996,59
29	996,02
31	995,41

Nota. La tabla muestra la densidad del agua con respecto a su temperatura. Tomada de la norma NTE INEN 858

Peso volumétrico suelto (P.V.S)

Procedimiento:

- Se toma la muestra del agregado fino de acuerdo con la norma NTE INEN 695
- Antes de iniciar con el ensayo la muestra debe estar en condición seca, se reduce la muestra hasta obtener una cantidad necesaria que llene el molde y se debe evitar que el material se segregue
- Según la norma descrita se procede a llenar los moldes utilizando un cucharón, a una altura no mayor a 50 mm por encima del borde superior, después de haber llenado el molde se debe nivelar la superficie con una regleta
- Luego se determina la masa del agregado y el molde, y por medio de los cálculos se obtienen el peso volumétrico suelto

Cálculos:

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

Dónde?:

M = masa unitaria (peso volumétrico) del agregado, kg/m³

G = masa del agregado + masa del molde, kg

T = masa del molde, kg

V = volumen del molde, kg

Peso volumétrico varillado (P.V.V)

Procedimiento:

- Se toma la muestra del agregado grueso de acuerdo con la norma NTE INEN 695.
- Antes de iniciar con el ensayo la muestra debe estar en condición seca, se reduce la muestra hasta obtener una cantidad necesaria que llene el molde y se debe evitar que el material se segregue.
- Según la norma descrita se procede a llenar utilizando un cucharón a una altura no mayor a 50 mm por encima del borde superior hasta la tercera parte del molde y compactar con 25 golpes utilizando la varilla, luego llenar el molde hasta dos tercios del total y compactar, Finalizado se llena el molde con su respectiva compactación, después se debe nivelar la superficie con la varilla.
- Luego se determina la masa del agregado y el molde, y por medio de los cálculos se obtienen el peso volumétrico suelto.

Cálculos:

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

Dónde?:

M = masa unitaria (peso volumétrico) del agregado, kg/m³

G = masa del agregado + masa del molde, kg

T = masa del molde, kg

V = volumen del molde, kg

Resultados:

Tabla 16

Resultados del peso volumétrico del agregado fino y grueso

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso	
	P.V.S kg/m³	P.V.S kg/m³	P.V.V kg/m³
Cantera El Triunfo	1201,18	-	-
Cantera Calizas Huayco	-	1196,17	1343,83
Cantera El Tablazo	1348,36	1108,28	1260,23

Nota. La tabla muestra los resultados del peso volumétrico suelto y peso volumétrico varillado de los agregados de la cantera El Triunfo, cantera Calizas Huayco y la cantera El Tablazo.

3.2.4. Determinación del Valor de la Degradación del Agregado Grueso de Partículas Menores a 37,5 mm Mediante el Uso de la Máquina de los Ángeles Según Norma NTE INEN 860

Este método de ensayo por medio de la norma permite determinar el valor de la degradación del agregado grueso con el tamaño menor a 37,5 mm, Utilizando la máquina de Los Ángeles obtenemos la pérdida de masa por desgaste e impacto.

El valor de la degradación se usa para indicar la calidad o competencia de los agregados.

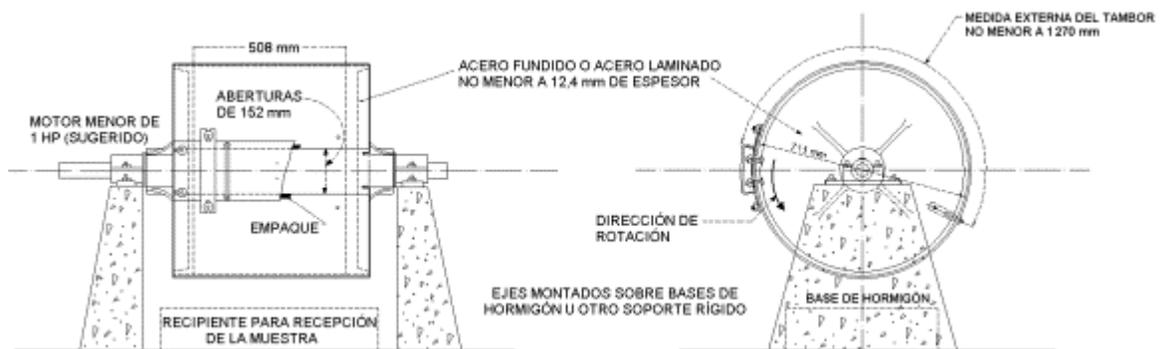
Los agregados utilizados en esta norma pueden ser piedras, gravas, piedras naturales o materiales triturados.

Equipos:

- Máquina de Los Ángeles: esta máquina debe cumplir todas las características esenciales como muestra la Figura 12
- Tamices: debe cumplir con los requisitos de la norma NTE INEN 154
- Balanza: debe tener una precisión de 0,1% de su uso para este método de ensayo
- Carga: se utilizan esferas de acero con un diámetro promedio de 47 mm, con una masa de 390 gr y 445 gr. La graduación de carga debe cumplir las especificaciones que indican la tabla 17
- Las fracciones deben tener las degradaciones como indica la tabla 18

Figura 12

Máquina de Los Ángeles



Nota. El gráfico representa las características esenciales de la máquina de Los Ángeles.

Tomada de la norma NTE INEN 860

Tabla 17*Especificaciones para la carga*

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga
		gr
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	8	2500 ± 15

Nota. La Tabla muestra las especificaciones de carga. Tomada de la Norma NTE INEN 860

Tabla 18*Gradación de las muestras de ensayo*

Tamaño de las aberturas de tamiz (mm) (aberturas cuadradas)		Masa por tamaño indicada gr			
Pasante de	Retenido en	Gradación			
		A	B	C	D
37,5	25,0	1250 ± 25	-		
25,0	19,0	1250 ± 25	-		
19,0	12,5	1250 ± 10	2500 ± 10		
12,5	9,5	1250 ± 10	2500 ± 10		
9,5	6,3			2500 ± 10	
6,3	4,75			2500 ± 10	
4,75	2,36				5000 ± 10
		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Nota. La Tabla muestra la gradación de las muestras de ensayo. Tomada de la Norma NTE INEN 860

Procedimiento:

- Se escoge el número de esferas que producirá el desgaste del agregado
- El material del agregado y las esferas son colocadas dentro de la máquina de Los Ángeles.
- Empieza a rotar el tambor con un total de 500 revoluciones por 15 minutos allí produce una fuerza entre la fricción entre el material del agregado y las esferas
- Una vez finalizado las revoluciones se retira el material del agregado y se lo pasa por el tamiz N° 12 para luego pesar el material que queda retenido
- Se calcula el porcentaje de desgaste del agregado

Cálculo:

$$D = \frac{B - C}{B} \times 100$$

Dónde?:

D = valor de la degradación, %

B = masa inicial de la muestra de ensayo

C = masa de la muestra retenida en el tamiz N° 12, después de ensayo

Resultados:

Tabla 19

Resultado de la degradación del agregado grueso

Descripción	Gradación	Desgaste %	Degradación 50%
Cantera El Tablazo	A	52,94	No cumple

Nota. La tabla muestra el resultado de la degradación del agregado de la cantera El Tablazo por el método abrasión de Los Ángeles.

3.2.5. *Determinación del Contenido Total de Humedad Según Norma NTE INEN*

862

Este método de ensayo por medio de la norma permite determinar el porcentaje de humedad que se evapora del agregado tanto en la humedad superficial como la humedad que contienen las partículas.

Este método de ensayo es lo suficiente preciso para obtener las correcciones por humedad en la dosificación que contienen los agregados finos y gruesos y evitar errores en la mezcla de hormigón.

Equipos:

- Balanza: debe tener una precisión de 0,1% de su uso para este método de ensayo.
- Horno: mantenerse a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Recipiente de la muestra: se utiliza recipientes que se afecten con el calor.

Muestreo:

- Muestreo de acuerdo a la norma NTE INEN 695
- La muestra del agregado debe cumplir con la tabla 20

Tabla 20

Tamaño de la muestra del agregado

Tamaño máximo nominal del agregado (mm) ^A	Masa de la muestra de agregado de densidad normal, Mínimo (kg) ^B
4,75	0,5
9,5	1,5
12,5	2
19	3
25	4
37,5	6
50	8
63	10
75	13
90	16
100	25
150	50

^A Basado en tamices que cumplan la NTE INEN 154

^B Para agregados de baja densidad, determinar la masa mínima de la muestra multiplicando el valor señalado por la masa unitaria seca (peso volumétrico) del agregado, en kg/m³ (determinado utilizando el procedimiento señalado en la NTE INEN 858) y dividiendo para 1600

Nota. La tabla muestra los diferentes tamaños de muestras para el ensayo. Tomada de la Norma NTE INEN 862

Procedimiento:

- Se extraen muestras de agregado fino y grueso según los requisitos antes mencionados
- Se escoge la cantidad adecuada, se pesa y se lo coloca en el horno por un tiempo de 24 horas
- Después se retira el material del horno y se pesa

Cálculo:

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

Dónde?:

P = porcentaje del contenido de humedad del agregado

W = masa inicial de la muestra de ensayo, kg

D = masa final de la muestra de ensayo, kg

Resultados:

Tabla 21

Resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso
	Humedad	Humedad
	%	%
Cantera El triunfo	4,36	-
Cantera Calizas Huayco	-	2,06
Cantera El Tablazo	1,78	0,43

Nota. La tabla muestra los resultados del contenido de humedad de los agregados de la cantera Calizas Huayco y la cantera El Tablazo.

Capítulo IV

Diseño de Hormigón

4.1. Método A.C.I Para el Diseño Hormigón

El comité 211 del A.C.I (American Concrete Institute), desarrollo dos métodos de diseño de hormigón, diferenciándoles en:

A.C.I 211.1 para concreto de peso normal y denso

A.C.I 211.2 para concreto estructural de peso liviano

Esta normativa con base en la ASTM C-33 y con el objetivo de determinar mediante ensayos la cantidad de los materiales tanto en peso y volumen que se usan en un diseño de hormigón, sean esto cemento, agua, agregado grueso y agregado fino que permitirán realizar el mejor procedimiento y lograr las características deseadas en un hormigón fresco y endurecido. Este comité da a conocer que el concreto es muy utilizado en la construcción en todo el globo terráqueo y evita que las malas prácticas constructivas o pésimos diseños de hormigón sean un problema para la seguridad y vida provocando accidentes graves o mueran ante colapsos o derrumbes.

4.2. Parámetros Para el Método A.C.I Para el Diseño de Hormigón

Se diseña las mezclas según la obra civil con sus propiedad física y mecánica e incluso química de los áridos. Al estudiar cada material que se utilizará en el diseño del hormigón nos asegurará que con los debidos procedimientos obtendremos como resultado la resistencia deseada, la durabilidad, la trabajabilidad y evitar que el hormigón sufra de exudación por contracción plástica y segregación.

Los aspectos que intervienen en la dosificación de las mezclas son:

- Relación agua cemento (a/c)
- Resistencia a la compresión del hormigón $f'c$.
- Asentamiento del cono de Abrams
- Tipo de cemento
- Características de los áridos

4.2.1. Relación Agua-Cemento

La relación agua cemento a/c es un parámetro fundamental en el diseño de hormigón, es aquella relación que influye directamente en la resistencia a la compresión requerida y a las condiciones de servicios. La relación agua cemento influye también en la porosidad de la pasta de cemento endurecida en cualquier edad de hidratación, como sabemos que es inversamente proporcional la porosidad y la resistencia, de ser lo contrario un exceso de agua a la mezcla de hormigón tendrá como resultado un hormigón permeable, pero con una resistencia baja.

4.2.2. Resistencia Promedio a la Compresión Especificada del Hormigón

La resistencia del hormigón a dosificar la realiza el proyectista dependiendo los requerimientos, las circunstancias que tengan lugar en cada caso.

Resistencia a la compresión especificada, se representa como $f'c$ en Kgf/cm^2 .

4.2.3. Resistencia Promedio a la Compresión Requerida del Hormigón

Mediante el código A.C.I se puede obtener el (f'_{cr}) que es la nomenclatura de la resistencia promedio a la compresión requerida del hormigón cuando existen datos disponibles de desviación estándar que se representa en (s) y también cuando no se tienen datos disponibles de desviación estándar.

Cálculo:

Dónde?:

$S =$ desviación estándar

$f'c =$ resistencia a la compresión

$f'_{cr} =$ resistencia a la compresión requerida

A. . Cuando existen datos disponibles de desviación estándar

- En hormigones con un $f'c \leq 350 \text{ kgf/cm}^2$

$$f'_{cr} = f'c + 1,34 * S$$

$$f'_{cr} = f'c + 2,33 * S - 35$$

- En hormigones con un $f'c > 350 \text{ kgf/cm}^2$

$$f'_{cr} = f'c + 1,34 * S$$

$$f'_{cr} = 0,9 * f'c + 2,33 * S - 35$$

B. Cuando no se tiene datos disponibles de desviación estándar

- En hormigones con un $f'c < 210 \text{ kgf/cm}^2$

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

- En hormigones con rangos entre: $210 \text{ kgf/cm}^2 > f'c > 350 \text{ kg/cm}^2$

$$f'_{cr} = f'_{c} + 85$$

- En hormigones con un $f'_{c} > 350 \text{ kgf/cm}^2$

$$f'_{cr} = 1,10 * f'_{c} + 50$$

4.2.4. *Revenimiento en el Cono de Abrams*

Este es un ensayo que se realiza al hormigón en estado fresco por medio del cono de Abrams. En donde el concreto debe contar con una adecuada trabajabilidad, consistencia y plasticidad. Es frecuente que se mida en función del revenimiento en el control de obra mediante tabla 22 donde influye:

- Forma de partícula
- Proporciones de los áridos
- Cantidad de agua
- Cantidad de cemento

Tabla 22

Control de obra

Asentamiento especificado	Tolerancia
Menores a 50 mm	15 mm
Entre 50 mm y 100 mm	25 mm
Mayor a 100 mm	40 mm

Nota. La tabla muestra el control de obra entre el asentamiento y la tolerancia. Tomada de la Norma ASTM C-94

4.3. Diseño de Hormigón Según el Método A.C.I 211.1

Conociendo las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que conformaran el hormigón se procede a diseñar usando el método de referencia, en este caso se realizará un hormigón de peso normal y denso por volumen unitario, partimos de la siguiente información de laboratorio y datos de diseño:

- Porcentaje de absorción y humedad de los agregados
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso
- Módulo de finura del agregado fino
- Densidad saturada superficialmente seca
- Tipo y densidad de cemento a utilizar
- Resistencia a la compresión especificada a los 28 días de edad
- Asentamiento en el cono de Abrams

Se realiza el diseño de hormigón experimental que lleva en su composición mezcla de agregado Tablazo, en donde a la edad de 28 días haya cumplido los ensayos a compresión con la resistencia requerida de 300 kgf/cm².

A continuación, se detallan los 6 diseños de hormigón que se realizaron:

Mezcla con Cemento Hidráulico Tipo GU (uso general):

1. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco)
2. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo
3. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco

Mezcla con cemento Hidráulico Tipo HE (alta resistencia inicial):

4. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco)
5. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo
6. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco

4.4. Descripción del Diseño N° 5: Diseño de Mezcla con Agregado Fino El Triunfo y Agregado Grueso El Tablazo para la Elaboración de Cilindros de Hormigón

DATOS:

Elemento: Adoquín

Dimensiones: 20 cm x 10 cm x 6 cm

TMA= $\frac{3}{4}$ " cumple con $\frac{1}{3}$ del espesor del adoquín

- Cemento Tipo HE
- Agregado grueso El Tablazo
- Agregado fino El Triunfo de módulo de finura 2.4.
- Agua potable.

Procedimiento:

1. De acuerdo al método ACI 211.1 cuando no tiene datos de diseños de mezclas de hormigón anteriores para obtener la resistencia a la compresión requerida f'_{cr} al

valor de $f'c = 300 \text{ kgf/cm}^2$, se debe adicionar 85 kg/cm^2 con lo que se tiene un valor de:

$$f'cr = 385 \text{ kgf/cm}^2.$$

2. El revenimiento se toma un valor entre 2,5 cm a 7,5 cm para losas como representa la tabla 23

$$S = 7.5 \text{ cm}$$

Tabla 23

Revenimientos recomendados según el tipo de construcción

Tipos de construcción	Revenimiento (cm)	
	máximo	mínimo
Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7,5	2,5
Vigas y muros reforzados	10	2,5
Columnas para edificios	10	2,5
Pavimentos y losas	7,5	2,5
Concretos masivos	7,5	2,5

Nota. Tomada de la Norma ACI 211.1-91-Tabla 6.3.1: Diseño de mezcla de concreto

3. Obtener la cantidad de agua que se requiere en la dosificación mediante la tabla 24, con los siguientes datos:
- TMA = 19 mm o de $\frac{3}{4}$ "
 - S = 7.5 cm o 3"
 - Hormigón sin aditivo inclusor de aire

Tabla 24*Cantidad aproximada de agua de mezclado y contenido de aire*

Revenimiento (cm)	Tamaño máximo del agregado grueso (mm)							
	9,5	12,5	19	25	38	50	75	150
Concreto sin aire incluido								
2,5 - 5	207	199	190	179	166	154	130	113
7,5 - 10	228	216	205	193	181	169	145	124
15 - 17,5	243	228	216	202	190	178	160	-
% de Aire aproximado	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
Concreto con aire incluido								
2,5 - 5	181	175	168	160	150	142	122	107
7,5 - 10	202	193	184	175	165	157	133	115
15 - 17,5	216	205	197	184	174	166	154	-
Promedio de aire a incluir según el tiempo a exposición (%)								
Exposición ligera	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
Exposición moderada	6	5,5	5	4,5	4,5	4	3,5	3
Exposición severa	7,5	7	6	5,5	5,5	5	4,5	4

Nota. Tomada de la Norma ACI 211.1-91-Tabla 6.3.3: Diseño de mezcla de concreto

- Entonces; $A = 205$ litros de agua o kg.

Aire = 2%.

- Determinar la relación a/c de acuerdo a la tabla 25 entre a/c vs resistencia a la compresión requerida a los 28 días de hormigón sin inclusión de aire.

Tabla 25*Correspondencia entre la relación agua-cemento y la resistencia a la compresión*

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm ²)	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
Y	X	X
422	0,41	-
352	0,48	0,4
281	0,57	0,48
211	0,68	0,59
141	0,82	0,74

Nota. Tomada de la Norma ACI 211.1-91-Tabla 6.3.4 (a): Diseño de mezcla de concreto

- El valor de $f'_{cr} = 385 \text{ Kg/cm}^2$ se encuentra entre 420 kgf/cm^2 a 350 kgf/cm^2 , por lo que la relación a/c está entre 0.48 a 0.41, mediante la ecuación de interpolación se obtiene a/c .

$$y = y_o + \left(\frac{y_1 - y_o}{X_1 - X_o} \right) (X - X_o)$$

$$a/c = 0.48 + \left(\frac{0.41 - 0.48}{422 - 352} \right) (385 - 352)$$

$$a/c = 0.45$$

5. Calcular el contenido de cemento por la unidad de volumen del hormigón, se divide el total del agua para la relación agua/cemento ($\%c$).

$$C = \frac{A}{\%c}$$

$$C = \frac{205}{0.45}$$

$$C = 458,24 \text{ kg/m}^3$$

6. Considerando que en Ecuador los sacos de cementos son de 50 kg, por un metro cubico de hormigón se necesitara cierta cantidad de sacos de cementos, que se realizara dividiendo el contenido de cemento para el peso del saco de 50 Kg.

$$N^{\circ} \text{ sacos de cemento} = \frac{458,24 \text{ kg/m}^3}{50 \text{ kg}}$$

$$N^{\circ} \text{ sacos de cemento} = 9,16 \text{ por cada } m^3$$

7. De la Tabla 26, obtener el volumen del agregado grueso por volumen unitario del concreto con los datos de laboratorios que se mencionan a continuación:

- Módulo de finura del AF = 2,4
- TMA = 19 mm
- Peso volumétrico varillado del agregado grueso: 1260,23 kg/m³

Tabla 26

Volumen de agregado grueso (m³) por unidad de volumen de concreto

Tamaño máximo del agregado grueso	Módulo de finura del agregado fino			
	2,4	2,6	2,8	3
9,5 mm	0,5	0,48	0,46	0,44
12,5 mm	0,59	0,57	0,55	0,53
19 mm	0,66	0,64	0,62	0,6
25 mm	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5 mm	0,75	0,73	0,71	0,69
50 mm	0,78	0,76	0,74	0,72
75 mm	0,82	0,8	0,78	0,76
150 mm	0,87	0,85	0,83	0,81

Nota. Tomada de la Norma ACI 211.1-91-Tabla 6.3.6: Diseño de mezcla de concreto.

- Obteniendo el coeficiente de 0.66
8. Se multiplica el factor obtenido de la tabla anterior por el peso volumétrico varillado del agregado grueso

$$\text{Peso del agregado grueso} = V_{\text{agregado}} * P.V.V$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 0,66 * 1260,23 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del agregado grueso} = 831,75 \text{ kg/m}^3$$

9. Mediante el cálculo de volúmenes absolutos se obtiene el volumen de agregado fino que es la sumatoria de todos los volúmenes menos la unidad como muestra la tabla 27.

- Densidad del cemento = 2980 kg/m³
- Densidad del agua = 1000 kg/m³
- D.S.S.S del agregado grueso = 2164,50 kg/m³
- D.S.S.S del agregado fino = 2631,58 kg/m³

Tabla 27

Dosificación de diseño de hormigón por peso y volumen

Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m³	kg	m³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado grueso	2164,50	831,75	0,384
Total			0,763

Nota. Autores: Balón W. - Suárez G.

- Contenido de agregado fino El Triunfo:

$$Volumen\ de\ agregado\ fino = 1 - (V_{aire} + V_{cemento} + V_{agua} + V_{agregado\ grueso})$$

$$Volumen\ de\ agregado\ fino$$

$$= 1\ m^3 - (0,020\ m^3 + 0,205\ m^3 + 0,154\ m^3 + 0,384\ m^3)$$

$$Volumen\ de\ agregado\ fino = 0,237\ m^3$$

10. Se determina el peso del agregado fino multiplicado la densidad saturada superficialmente seca por el volumen del agregado fino.

$$\text{Peso del agregado fino} = V_{\text{agregado fino}} * D.S.S.S$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 0,237 \text{ m}^3 * 2631,58 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino} = 623,70 \text{ kg}$$

4.4.1. Valores de diseño previo

- Cemento = 458,61 kg/m³
- Agua = 205 kg/m³ o lt/m³
- Agregado grueso = 831,75 kg/m³
- Agregado fino = 623,70 kg/m³
- TOTAL: 2118,61 kg/m³.

11. Corrección por contenido de humedad y el índice de absorción, debido al ambiente donde se encuentran los materiales presentan estas características que deben de corregirse en su diseño para que no altere el contenido de agua vertido en su mezcla y por ende no altere la dosificación. Por lo tanto, debemos conocer la humedad que aportan los agregados:

- Para esta corrección se resta el porcentaje de humedad menos el porcentaje de absorción, multiplicados por los valores previos de diseño.

- Agregado fino

$$623,24 \text{ kg/ m}^3 * (4,36\% - 2,39\%) = 12,24 \text{ kg/ m}^3$$

$$623,24 \text{ kg/ m}^3 + 12,24 \text{ kg/ m}^3 = \mathbf{635,94 \text{ kg/ m}^3}$$

- Agregado grueso

$$831,75 \text{ kg/ m}^3 * (0,43\% - 4,98\%) = -37,85 \text{ kg/ m}^3.$$

$$831,75 \text{ kg/ m}^3 - 37,85 \text{ kg/ m}^3 = \mathbf{793,91 \text{ kg/ m}^3}$$

- Agua es la diferencia entre las humedades de los agregados

$$205 \text{ kg/ m}^3 - (-37,85 + 12,24) = \mathbf{230,61 \text{ kg/ m}^3}$$

12. Peso de los materiales por el reajuste de absorción y humedad de los mismos para un metro cubico, donde el peso total no debe de cambiar con relación a la dosificación si reajuste de humedad.

- Agua = 230,60 kg o lt
- Cemento = 458,24 kg
- Árido fino = 635,94 kg
- Agregado grueso = 793,91 kg
- TOTAL: 2118,70 kg

13. También se los puede considerar en volúmenes, multiplicando el peso del material por la densidad de ellos.

- Aire = 2% = 0.020 m³
- Agua = 230,61 kg / 1000 kg/ m³ = 0,231 m³
- Cemento = 458,61 kg / 2980 kg/ m³ = 0,154 m³
- Árido fino = 635,47 kg / 2631,58 kg/ m³ = 0,242 m³
- Agregado grueso = 793,91 kg / 2164,50 kg/ m³ = 0,367 m³
- Total = 1 m³

4.4.2. Resultado de las 6 Dosificaciones Elaboradas para 1 m³ de Hormigón

Resultados:

Tabla 28

Resultado del diseño de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco)

Mezcla con Cemento hidráulico por desempeño Tipo GU			
1. Diseño de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco)			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m³	Kg	m³
Aire			0,020
Agua	1000,00	213,86	0,214
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Arena	2631,58	671,18	0,255
Grava	2408,19	865,15	0,359
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2208,43	1

Nota. La tabla muestra el diseño de la mezcla

Tabla 29

Resultado del diseño de mezcla con agregado fino el triunfo y agregado grueso El

Tablazo

Mezcla con Cemento hidráulico por desempeño Tipo GU			
2. Diseño de mezcla con Agregado fino El Triunfo Y			
Agregado grueso El Tablazo			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m³	Kg	m³
Aire			0,020
Agua	1000,00	230,75	0,231
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Agregado fino	2631,58	628,31	0,239
Agregado grueso	2164,50	793,91	0,367
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2111,22	1

Nota. La tabla muestra el diseño de la mezcla

Tabla 30

Resultado del diseño de mezcla con Agregado fino El Tablazo y agregado grueso

Calizas Huayco

Mezcla con Cemento hidráulico por desempeño Tipo GU			
3. Diseño de mezcla con Agregado fino El Tablazo y			
Agregado grueso Calizas Huayco			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m³	Kg	m³
Aire			0,020
Agua	1000,00	235,96	0,236
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Agregado fino	2487,56	667,26	0,268
Agregado grueso	2408,19	812,72	0,337
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2174,17	1

Nota. La tabla muestra el diseño de la mezcla

Tabla 31

Resultado del diseño de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y agregado grueso

Calizas Huayco)

Mezcla con Cemento hidráulico por desempeño Tipo HE			
4. Diseño de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco)			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m³	Kg	m³
Aire			0,020
Agua	1000,00	213,71	0,214
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58	678,81	0,258
Agregado grueso	2408,19	865,15	0,359
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2215,91	1

Nota. La tabla muestra el diseño de la mezcla

Tabla 32

Resultado del diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El

Tablazo

Mezcla con Cemento hidráulico por desempeño Tipo HE			
5. Diseño de mezcla con Agregado fino El Triunfo Y Agregado grueso El Tablazo			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m³	Kg	m³
Aire			0,020
Agua	1000,00	230,60	0,231
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58	635,94	0,242
Agregado grueso	2164,50	793,91	0,367
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2118,70	1

Nota. La tabla muestra el diseño de la mezcla

Tabla 33

Resultado del diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso

Calizas Huayco

Mezcla con Cemento hidráulico por desempeño Tipo HE			
6. Diseño de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m³	Kg	m³
Aire			0,020
Agua	1000,00	236,06	0,236
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2487,56	674,22	0,271
Agregado grueso	2408,19	812,72	0,337
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2181,24	1

Nota. La tabla muestra el diseño de la mezcla

4.5. Procedimiento para Elaborar Hormigón en Concretera

Considerando el volumen a requerir se solicitará concreto mezclado en planta y transportado o mezclado en obra. La concretera mezclara cada material heterogéneo en una mezcla homogénea a continuación, se mencionan los pasos.

- Realizar el cálculo y considerar el desperdicio que quedara adherido en las herramientas y en el tambor de la concretera
- Limpiar de residuos de hormigones endurecidos de la concretera y posterior humedecer el tambor así se evita pérdidas de agua en la mezcla de diseño
- Pesar los materiales y eliminar deletéreos o cualquier elemento diferente a los agregados, cemento y agentes que contaminen la calidad del agua
- Agregar a la concretera en movimiento, porción de agua, agregado grueso, agregado fino, cemento y el resto del líquido

- Mezclar hasta que la mezcla sea completamente homogénea sin exceder el tiempo

4.6. Elaboración de Cilindros de Hormigón

La norma ASTM C-31 describe la elaboración de probetas de hormigón, señalando que los moldes cilindros utilizados deben de estar hechos de hierro forjado, acero o cualquier material no absorbente, deformables y que satisface los requerimientos y exigencias establecidos en la norma ASTM C 40/C 470M.

Equipos:

- Cilindros de 30 cm de alto y 15 cm de diámetro, desmontables y con placa inferior
- Varilla cilíndrica y lisa de 3/8" de hierro forjado o acero
- Mazo con cabeza de caucho, cuero o hule
- Herramientas menores, bailejo, llanas, cucharon

Procedimiento:

- Estos encofrados cilíndricos o moldes deben de estar previamente engrasados o aceitados, no se considera aceite quemada en su defecto se utilizará aceite al granel o SAE240. En el moldeo el proceso de colocado debe de ser lo más rápido y sobre un piso estable, sin vibraciones y que no sea perturbado en el endurecimiento.
- Retirado el hormigón de la concreteira y transportado sobre la carretilla, los encofrados cilindros serán llenados usando el cucharon en 3 capas, cada capa será varillada 25 veces y cada capa será golpeada con el martillo entre 10 a 15 veces, este proceso se repite 3 veces.

- La superficie superior del cilindro en el molde es enrazada con la varilla y alisada con la llana, seguido a este proceso se cubre con una capa delgada de plástico logrando evitar la pérdida de humedad durante el fraguado.
- 24 horas después de este proceso se retira de los moldes los cilindros, se agregará los códigos que distinguen las muestras de hormigón, es aconsejable que sea con un líquido corrector o pintura y que no se ralle con clavos o alambres, deforman la superficie plana, se procede al curado en un estanque con agua, el testigo será inmerso hasta los días de sus ensayos destructivos, cada día aumentara su resistencia hasta logras el $f'c$ de diseño.
- Las edades de rupturas de testigos son a los: 3 días, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días, incluso se consideran posteriores a la fecha de diseño como a los 60 días y 90 días. En este estudio de hormigón experimental se realizará ruptura de testigos a los: 3 días, 7 días, 14 días, 28 días y se contempló un par de muestras posterior a la fecha de diseño.

4.7. Descripción del Diseño N° 7: Diseño de Mezcla con Agregado Fino El Triunfo y Agregado Grueso El Tablazo Para la Elaboración de Adoquines de Hormigón

En el presente trabajo de investigación se realiza la elaboración de adoquín con agregado proveniente de la cantera El Tablazo descrita en la dosificación N° 5, este hormigón contiene cemento Holcim hidráulico por desempeño tipo HE, agregado grueso de cantera El Tablazo y agregado fino convencional, por lo tanto cumple a la edad de 28 días la resistencia a la compresión especificada, Por esta razón se procede a usar esta

dosificación para elaborar los adoquines de hormigón con un volumen total que satisfaga las 10 unidades con las dimensiones recomendadas según la norma NTE INEN 3040.

Se describe el volumen de concreto usado:

$$V_{\text{adoquín}} = 10 \text{ unidades (base * longitud * altura) + 10\% desperdicio}$$

$$V_{\text{adoquín}} = 10 \text{ unidades (0,1 m * 0,2 m * 0,06 m) + 10\% desperdicio}$$

$$V_{\text{adoquín}} = 0,012 \text{ m}^3 + 0,001 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{adoquín}} = 0,0132 \text{ m}^3$$

Multiplicar este volumen por el volumen total de 1m³.

- Aire = $(0,020 \text{ m}^3 * 0,0132 \text{ m}^3) / (1 \text{ m}^3)$ = 0,000 m³
- Agua = $(0,23 \text{ m}^3 * 0,0132 \text{ m}^3) / (1 \text{ m}^3)$ = 0,003 m³
- Cemento = $(0,15 \text{ m}^3 * 0,0132 \text{ m}^3) / (1 \text{ m}^3)$ = 0,002 m³
- Árido fino = $(0,24 \text{ m}^3 * 0,0132 \text{ m}^3) / (1 \text{ m}^3)$ = 0,003 m³
- Agregado grueso = $(0,36 \text{ m}^3 * 0,0132 \text{ m}^3) / (1 \text{ m}^3)$ = 0,005 m³
- Total = 0,013 m³.

Para tener este volumen en kilogramos multiplicamos por la densidad del material.

- Agua = $0,0030 \text{ m}^3 * 1000 \text{ kg/ m}^3$ = 3,01 kg
- Cemento = $0,002 \text{ m}^3 * 2980 \text{ kg/ m}^3$ = 5,97 kg
- Árido fino = $0,003 \text{ m}^3 * 2631,58 \text{ kg/ m}^3$ = 8,29 kg
- Agregado grueso = $0,005 \text{ m}^3 * 2164,50 \text{ kg/ m}^3$ = 10,35 kg
- Total = 27,61 kg.

4.8. Elaboración de Adoquines de Hormigón

La norma ASTM C-31 describe la elaboración de adoquines de hormigón, la elaboración de vigas de hormigón, describe que los moldes utilizados deben de estar hechos de hierro forjado, acero o cualquier material no absorbente, deformables y que satisfacen los requerimientos y exigencias establecidos en la norma ASTM C 470/C 470M. Se realizará mediante:

Equipos:

- Vigas de 20 cm de longitud, 10 cm de largo y 6 cm de alto, desmontables y con placa inferior.
- Varilla cilíndrica y lisa de 3/8" de hierro forjado o acero.
- Mazo con cabeza de caucho, cuero o hule
- Herramientas menores, bailejo, llanas, cucharón.

Procedimiento:

- Estos encofrados en forma de vigas o moldes de adoquín deben de estar previamente engrasados o aceitados, no se considera aceite quemado en su defecto se utilizará aceite al granel o SAE240. En el moldeo el proceso de colocado debe de ser lo más rápido y sobre un piso estable, sin vibraciones y que no sea perturbado en el endurecimiento.
- Retirado el hormigón de la concreteira y transportado sobre la carretilla, los encofrados de adoquín serán llenados usando el cucharón en 2 capas, cada capa

será varillada 25 veces y cada capa será golpeada con el martillo entre 10 a 15 veces, este proceso se repite 2 veces.

- La superficie superior del adoquín en el molde es enrazada con la varilla y alisada con la llana, seguido a este proceso se cubre con una capa delgada de plástico logrando evitar la pérdida de humedad durante el fraguado.
- 24 horas después de este proceso se retira de los moldes del adoquín, se agregará los códigos que distinguen las muestras de hormigón, es aconsejable que sea con un líquido corrector o pintura y que no se ralle con clavos o alambres, deforman la superficie plana, se procede al curado en un estanque con agua, el testigo será inmerso hasta los días de sus ensayos destructivos, cada día aumentara su resistencia hasta logras el f^c de diseño.
- Las edades de rupturas de testigos son a los: 3 días, 7 días, 14 días, 28 días. En este estudio de hormigón experimental se realizará ruptura a los días mencionados.

Capítulo V

Análisis de Resultados

5.1. Propiedades del Hormigón Fresco

Los materiales cuentan con propiedades, detallaremos las principales de hormigón en estado fresco, consistencia, trabajabilidad, segregación y densidad, con esto se predice el comportamiento duro en aquel hormigón a cierta edad.

5.1.1. *Consistencia*

La consistencia es la facilidad con la que un concreto en estado fresco puede adaptarse, deformarse y ocupar el volumen del vacío que lo contenga sea este el recipiente o encontrado en general.

Existen 3 estados de consistencias

Consistencia Plástica. 3” o 7,5 cm de revenimiento para concretos de uso general y vaciado directo o a gravedad.

Consistencia Blanda. 5” o 12,5 cm de revenimiento para concretos proyectados

Consistencia Fluida. 7” o 17.5 cm de revenimiento para concretos especiales.

5.1.2. *Trabajabilidad*

La trabajabilidad es la facilidad con la que un concreto en estado fresco se puede mezclar, colocar, consolidar con facilidad y homogeneidad, en otras palabras, es un hormigón con mínima pérdida de homogeneidad y con poco esfuerzo de manipulación,

no necesariamente la trabajabilidad depende de la consistencia, con esto se logra un transporte óptimo y las mínimas pérdidas en los desperdicios.

Hormigón No Trabajable. con coeficientes de cemento y agua inferiores a 0.4, requiere demasiado esfuerzo y con alta segregación de los agregados debido a que la pasta de cemento no está lubricada correctamente para pegarse a los agregados.

Hormigón Medio Trabajable. con coeficientes de cemento y agua entre 0,4 y 0,55, con esfuerzos bajos y sin mucha segregación y pérdida de homogeneidad, este concreto es compactado con eficacia.

Hormigón Altamente Trabajable. con coeficientes de cemento y agua por encima de 0,55 no requiere de grandes esfuerzos con alta segregación y posible pérdida de homogeneidad, los agregados se asientan y la pasta se eleva.

5.1.3. Homogeneidad

La homogeneidad en los concretos demuestra que tiene que ser heterogéneo, que cada parte de este material debe de estar perfectamente mezclado o amasado, logrando con esta una excelente proporcionalidad en un todo conformado por partículas de diferente tamaño y densidad, que no se decanten. Un hormigón con buena cohesión no exudará ni segregará.

5.1.4. Densidad

La densidad en este trabajo se realiza mediante la norma INEN 1573, donde se emplea el método descrito.

Cálculo:

$$D = \frac{M}{V}$$

Dónde?:

D = densidad del concreto

M = masa de hormigón

V = volumen de probetas

5.1.5. Asentamiento y Peso de Hormigón Fresco

Asentamiento: Se utiliza para medir la trabajabilidad del concreto.

Peso de concreto fresco, es la densidad del concreto en aquel estado.

Resultados:

Se analizará los resultados de las 6 dosificaciones de hormigón que contempla el presente trabajo de investigación,

Mezcla con Cemento Hidráulico por desempeño Tipo GU (Uso general):

1. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco).

Revenimiento = 5.6 cm.

Peso de concreto fresco en un volumen de $1\text{m}^3 = 2211.70 \text{ kg/m}^3$

2. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo.

Revenimiento = 6.0 cm.

Peso de concreto fresco en un volumen de $1\text{m}^3 = 2114.49 \text{ kg/m}^3$

3. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco.

Revenimiento = 5.5 cm.

Peso de concreto fresco en un volumen de $1\text{m}^3 = 2177.29 \text{ kg/m}^3$

Mezcla con cemento Hidráulico por desempeño Tipo HE (Alta resistencia inicial):

4. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco).

Revenimiento = 8.5 cm.

Peso de concreto fresco en un volumen de $1\text{m}^3 = 2215.82 \text{ kg/m}^3$

5. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo.

Revenimiento = 8.5 cm.

Peso de concreto fresco en un volumen de $1\text{m}^3 = 2118.61 \text{ kg/m}^3$

6. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco.

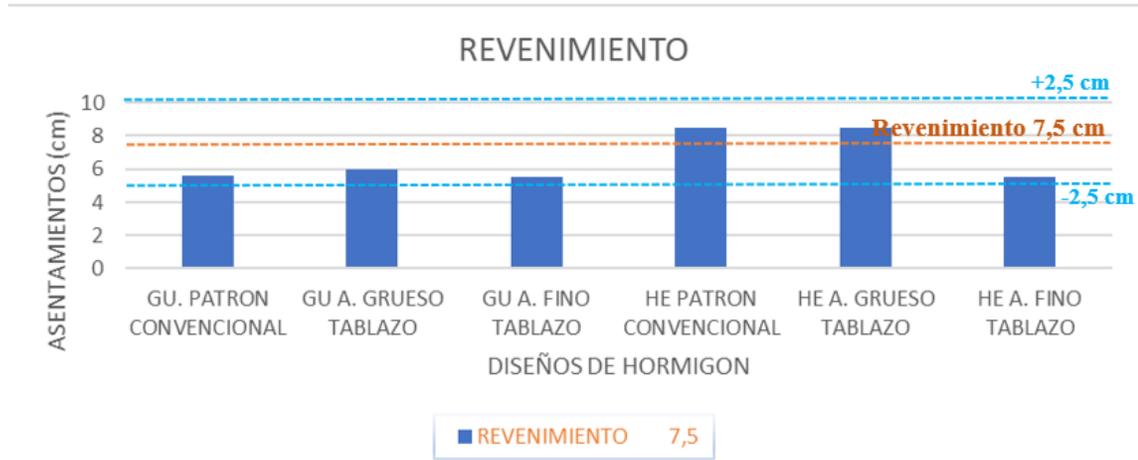
Revenimiento = 5.5 cm.

Peso de concreto fresco en un volumen de $1\text{m}^3 = 2181.18 \text{ kg/m}^3$

Resultados:

Figura 13

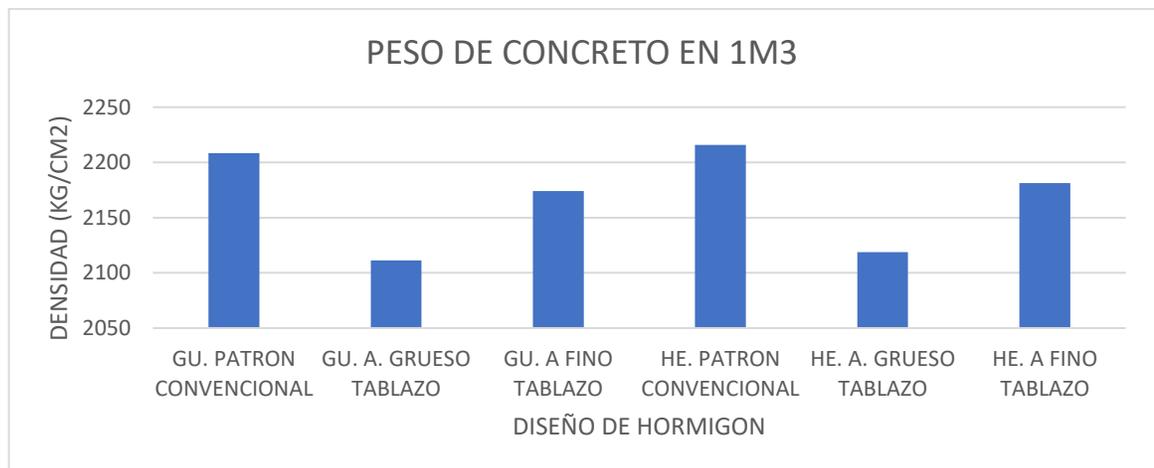
Comparación del revenimiento de las mezclas



Nota. El grafico representa los distintos revenimientos de cada uno de las mezclas de hormigón.

Figura 14

Comparación del peso del hormigón de 1 m³ de las mezclas



Nota. El grafico representa los distintos pesos de cada uno de las mezclas de hormigón

5.2. Propiedades del Hormigón Endurecido a los Cilindros de Hormigón

A medida que trascurren los días desde su elaboración, los cilindros de hormigón por medio del proceso de fraguado pasa hacer un material plástico y maleable a un material sólido y duro, esto se debe a un proceso físico y químico de larga reacción, las propiedades de cada concreto endurecido serán diferente a cada dosificación y a la proporción de cada agregado, elemento o aglutinante que sea usado, depende también de las condiciones ambientales como su exposición a agentes químicos, condiciones abrasivas y la interperie.

Ensayos:

- Determinación de la resistencia a la compresión
- Determinación de la resistencia a la tracción
- Módulo de elasticidad y relación de Poisson
- Esclerometría

5.2.1. Determinación de la Resistencia a la Compresión de los Cilindros de Hormigón Según Norma NTE INEN 1573

La norma INEN 1573 nos describe el procedimiento que se debe de seguir para realizar las rupturas de los cilindros de cemento hidráulico en el ensayo de resistencia a la compresión. La norma ASTM E 4 calibra la prensa hidráulica a una carga y una velocidad constante de esfuerzo de 0.25 ± 0.05 Mpa/s. En cada probeta que debe de ser menor igual a $\pm 1\%$, debe de ser un par de ejemplares para cada edad de ruptura y que cada una de ellas no debe de variar en los diámetros un 2% , de ser las probetas de 15 cm

de diámetros no debe de ser mayor la diferencia a los 3 mm y que deben de estar en condición superficialmente seca con un interior húmedo donde debe de escurrir el agua de su superficie después de ser retiradas de la cámara de inmersión.

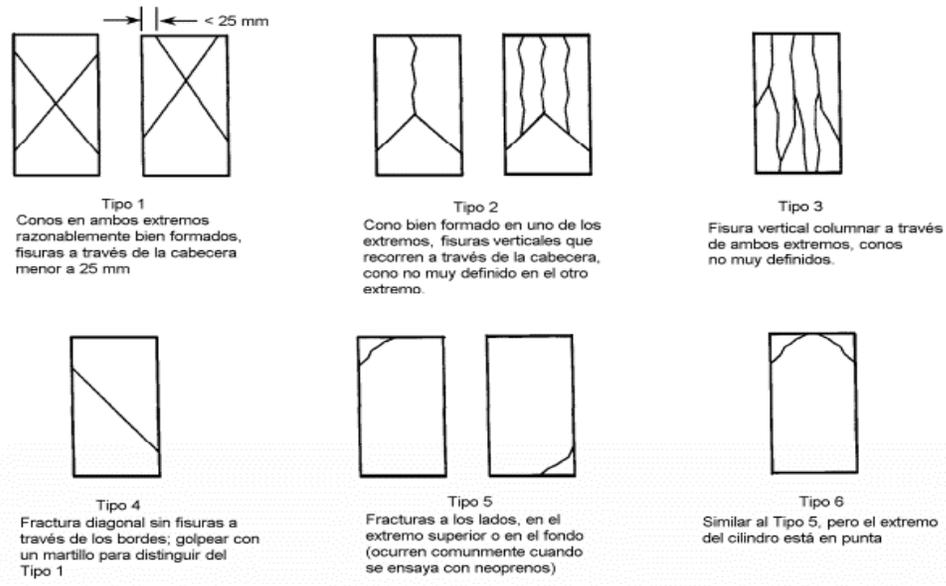
Colocar la muestra en la prensa hidráulica, limpiar las bases y alinear cuidadosamente se debe de verificar que la cara de los especímenes tenga una superficie perpendicular con respecto a su eje, tolerable se considera una desviación de 0.5° , colocar las placas de acero.

Para determinar la resistencia a la compresión se debe de dividir la carga máxima registrada en cada espécimen con relación al área promedio de la sección transversal. Considerando que su edad de diseño debe de ser a los 28 días.

Tipo de fractura, si es diferente que el cono habitual según la figura 15.

Figura 15

Esquema de los modelos típicos de fractura



Nota. El grafico representa los distintos modelos de fracturas. Tomada de la norma NTE

INEN 1573

Resultados:

1. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco).

Tabla 34

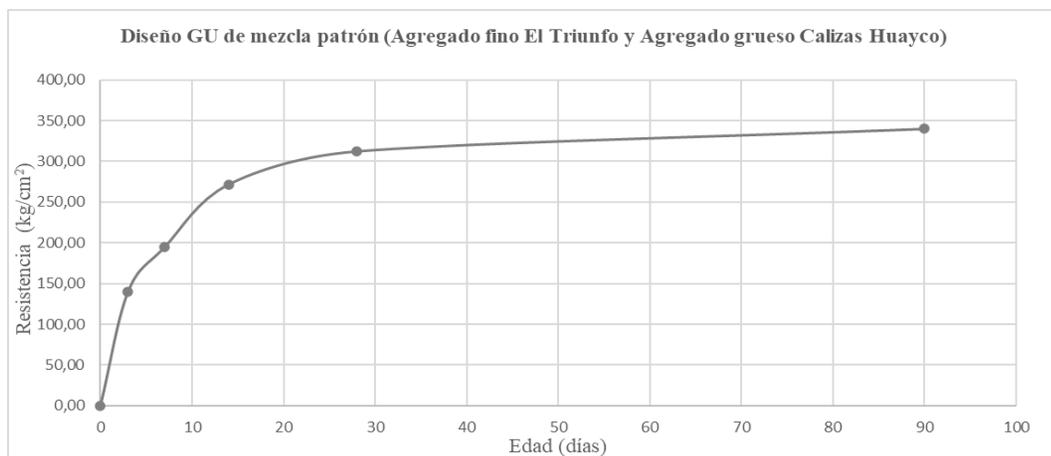
Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco

Edad días	Resistencia kg/cm²	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	139,75	46,58
7	194,61	64,87
14	271,80	90,60
28	312,39	104,13
90	339,97	113,32

Nota. La tabla muestra las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 16

Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco



Nota. El gráfico representa la curva de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Tabla 35

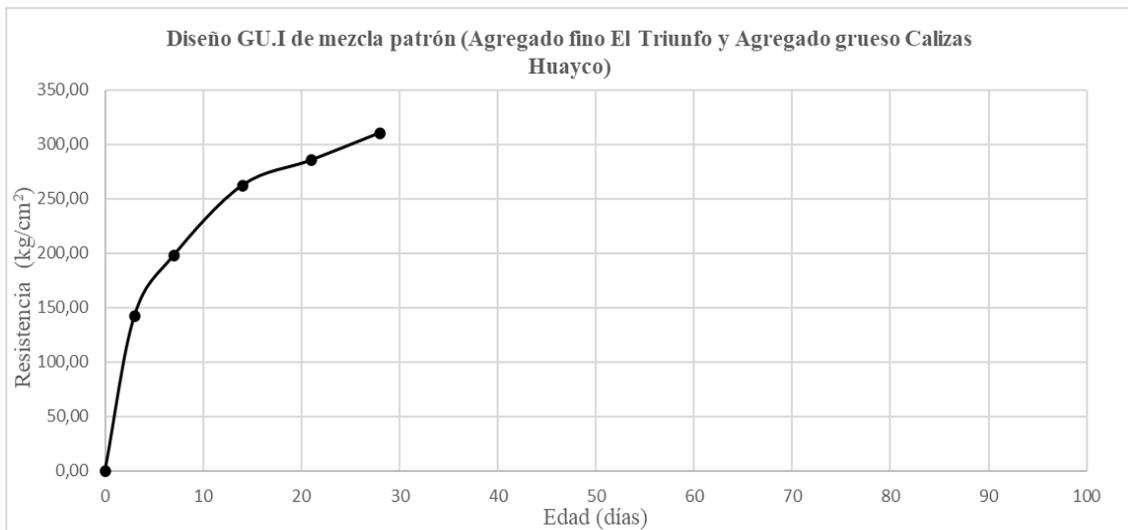
Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco

Edad días	Resistencia kg/cm^2	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	142,30	47,43
7	197,93	65,98
14	262,37	87,46
21	285,42	95,14
28	310,40	103,47

Nota. La tabla muestra las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 17

Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco



Nota. El gráfico representa la curva de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

2. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo.

Tabla 36

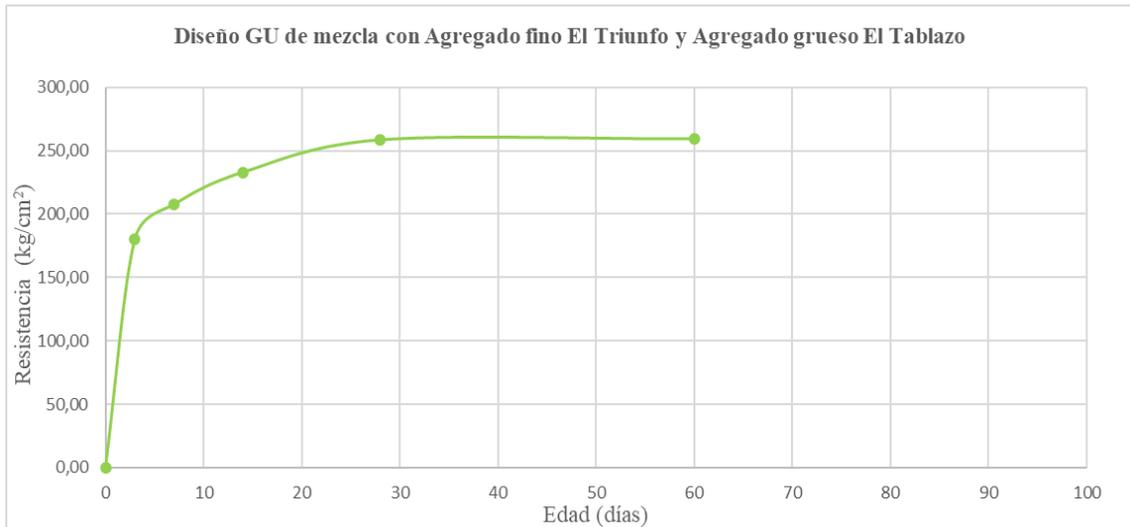
Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo

Edad días	Resistencia kg/cm^2	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	180,28	60,09
7	207,56	69,19
14	232,85	77,62
28	258,45	86,15
60	259,21	86,40

Nota. La tabla muestra las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 18

Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo



Nota. El gráfico representa la curva de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas,

Tabla 37

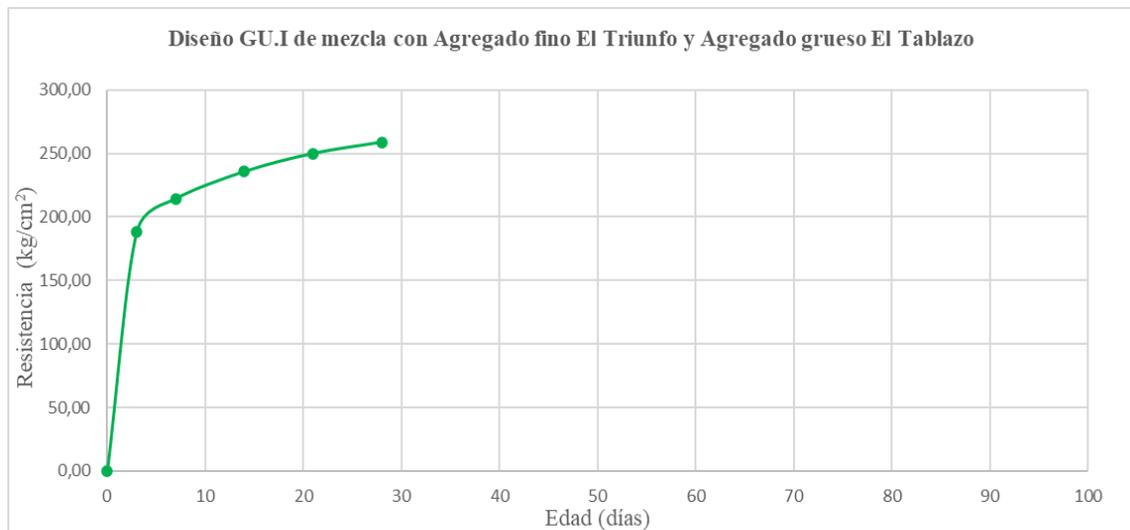
Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo

Edad días	Resistencia kg/cm^2	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	187,93	62,64
7	214,14	71,38
14	235,55	78,52
21	249,83	83,28
28	258,70	86,23

Nota. La tabla muestra las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 19

Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo



Nota. El grafico representa la curva de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

3. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco.

Tabla 38

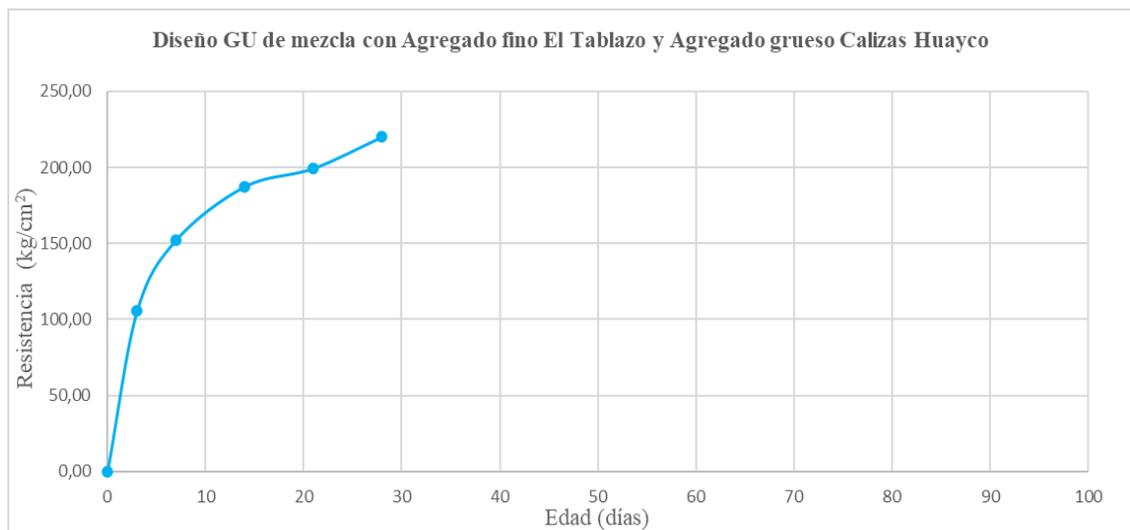
Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco

Edad días	Resistencia kg/cm^2	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	105,34	35,11
7	152,19	50,73
14	187,32	62,44
21	199,30	66,43
28	219,95	73,32

Nota. La tabla muestra las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 20

Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco



Nota. El gráfico representa la curva de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Tabla 39

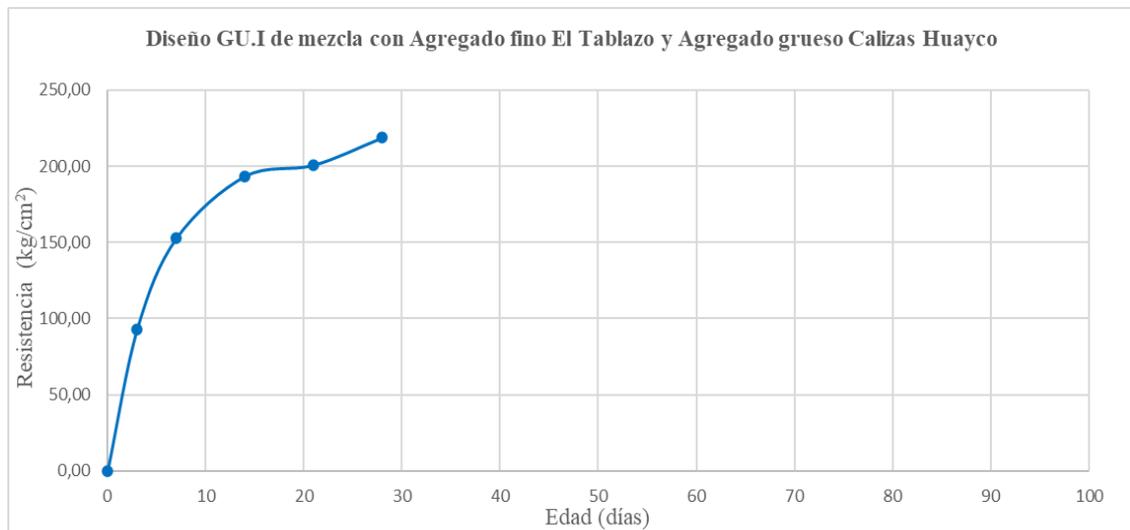
Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco

Edad días	Resistencia kg/cm^2	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	92,84	30,95
7	152,75	50,92
14	193,54	64,51
21	200,88	66,96
28	218,83	72,94

Nota. La tabla muestra las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 21

Curva de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco



Nota. El gráfico representa la curva de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

4. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco).

Tabla 40

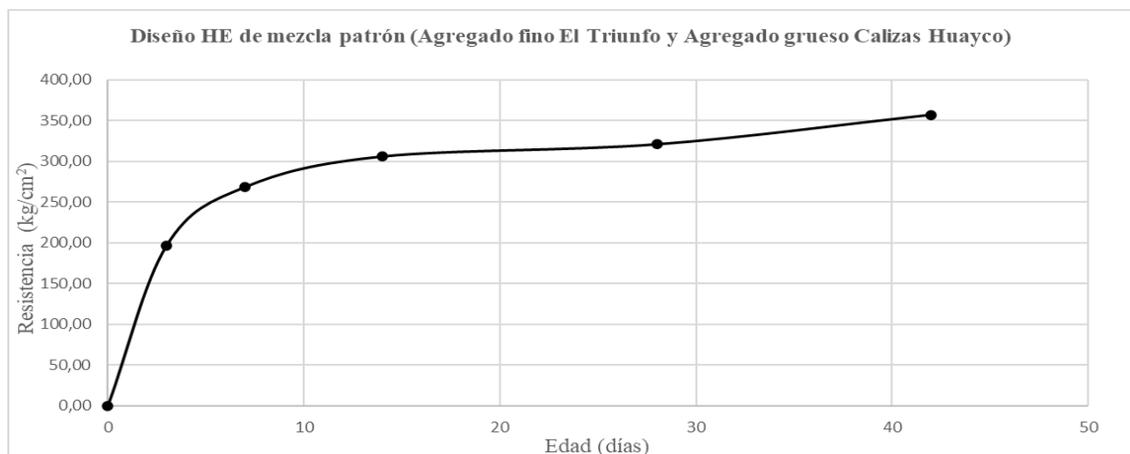
Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco

Edad días	Resistencia kg/cm^2	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	196,86	65,62
7	268,44	89,48
14	305,91	101,97
28	320,85	106,95
42	357,15	119,05

Nota. La tabla muestra las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 22

Curva de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla patrón con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco



Nota. El gráfico representa la curva de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

5. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo.

Tabla 41

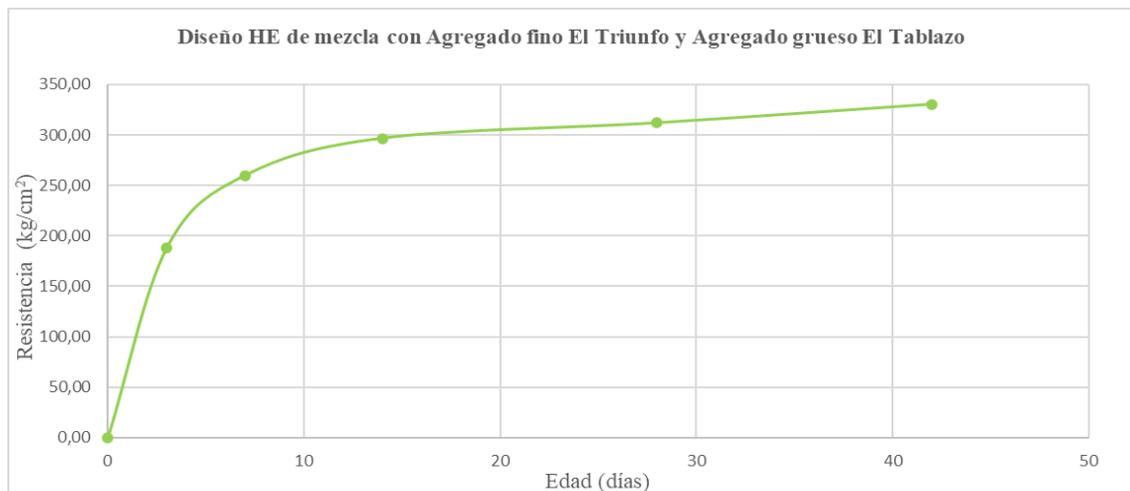
Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo

Edad días	Resistencia kg/cm^2	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	187,93	62,64
7	259,82	86,61
14	296,63	98,88
28	311,83	103,94
42	330,23	110,08

Nota. La tabla muestra las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 23

Curva de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo



Nota. El gráfico representa la curva de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Tabla 42

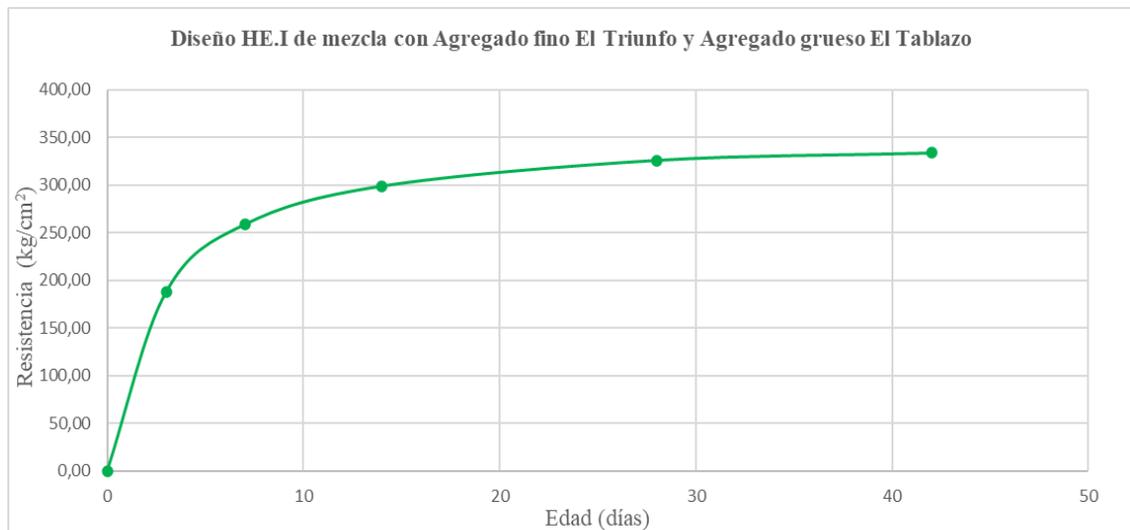
Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño HE. I de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo

Edad días	Resistencia kg/cm^2	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	187,63	62,54
7	258,70	86,23
14	299,08	99,69
28	326,15	108,72
42	333,80	111,27

Nota. La tabla muestra las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 24

Curva de las resistencias a la compresión del Diseño HE. I de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo



Nota. El gráfico representa la curva de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

6. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco.

Tabla 43

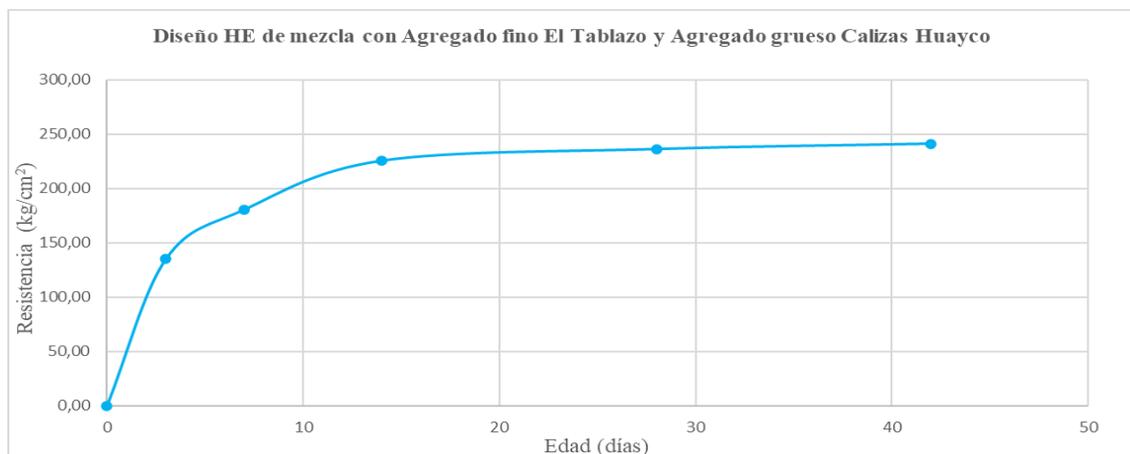
Resultado de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco

Edad días	Resistencia kg/cm^2	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	135,01	45,00
7	180,59	60,20
14	225,66	75,22
28	236,42	78,81
42	241,31	80,44

Nota. La tabla muestra las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 25

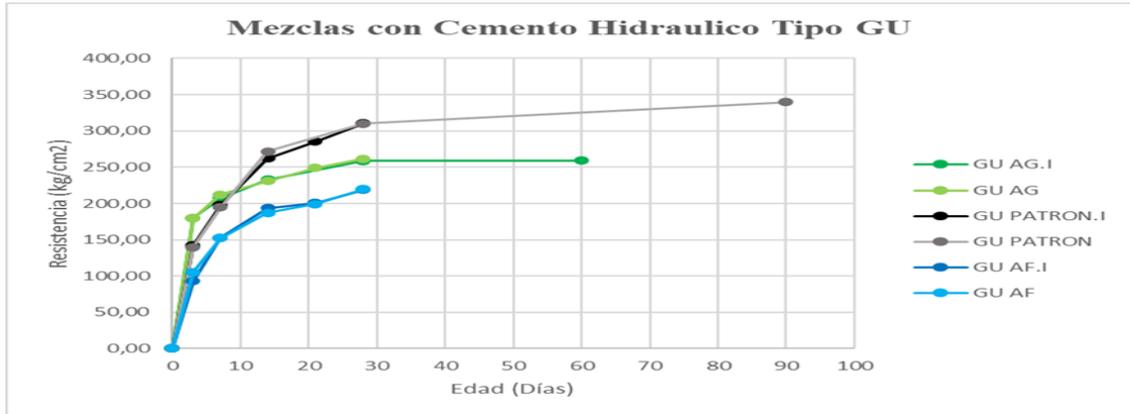
Curva de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco



Nota. El gráfico representa la curva de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 26

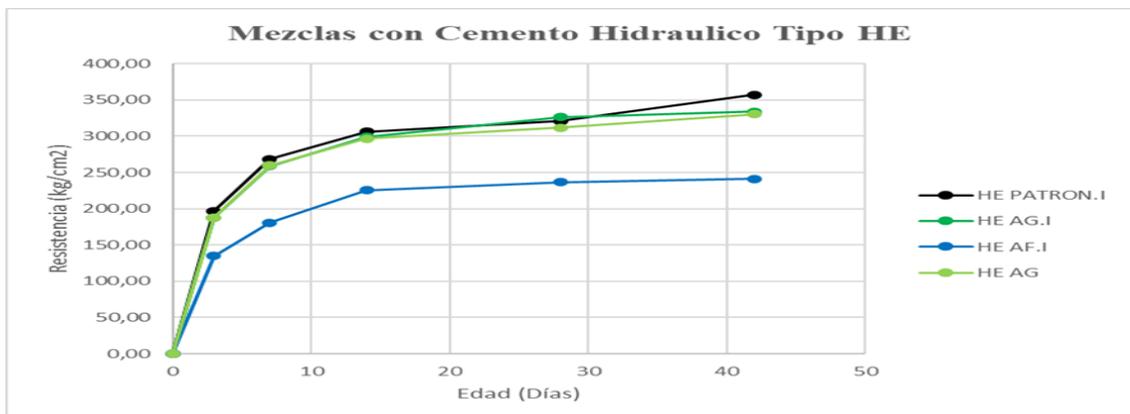
Curva de Comparación de resultados de resistencia a la compresión por el tipo de cemento hidráulico por desempeño Tipo GU



Nota. El grafico representa la curva de comparación de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 27

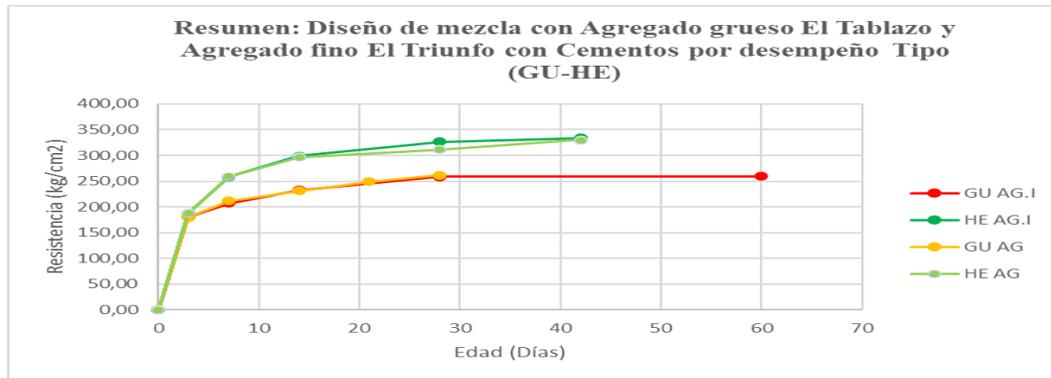
Curva de Comparación de resultados de resistencia a la compresión por el tipo de cemento hidráulico por desempeño Tipo HE



Nota. El grafico representa la curva de comparación de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 28

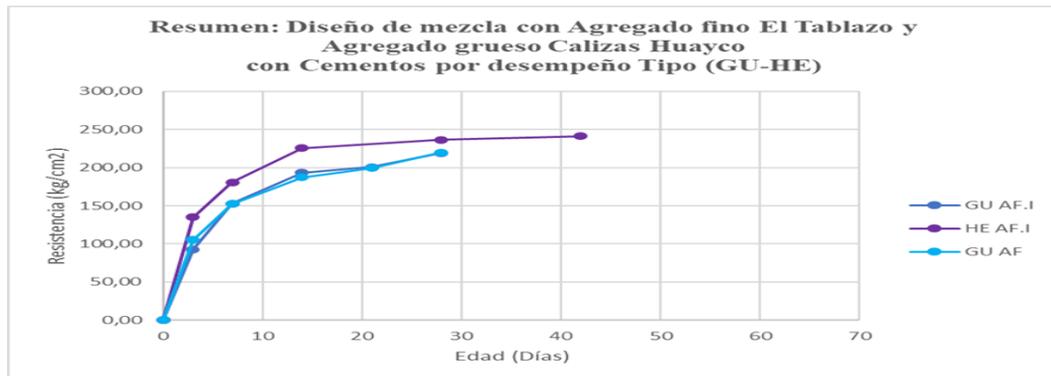
Curva de Comparación de resultados de resistencia a la compresión de la mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo con cementos por desempeño tipo (GU-HE)



Nota. El grafico representa la curva de comparación de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

Figura 29

Curva de Comparación de resultados de resistencia a la compresión de la mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco con cementos por desempeño tipo (GU-HE)



Nota. El grafico representa la curva de comparación de las resistencias a la compresión con respecto a los días de rupturas.

5.2.2. Determinación de la Resistencia a Tracción Indirecta de Especímenes Cilíndricos de Concreto Según NTG 41017-h15

El objetivo de ensayo es determinar la resistencia a la compresión de los cilindros de hormigón. Y consiste en aplicar a lo largo de la longitud del cilindro una fuerza de compresión diametral a una velocidad que cumpla con norma hasta que el cilindro falle.

Para tener una buena distribución a lo largo del cilindro se utilizan madera.

La resistencia a la tracción indirecta evalúa la resistencia al cortante de un diseño de hormigón estructural liviano.

Equipos:

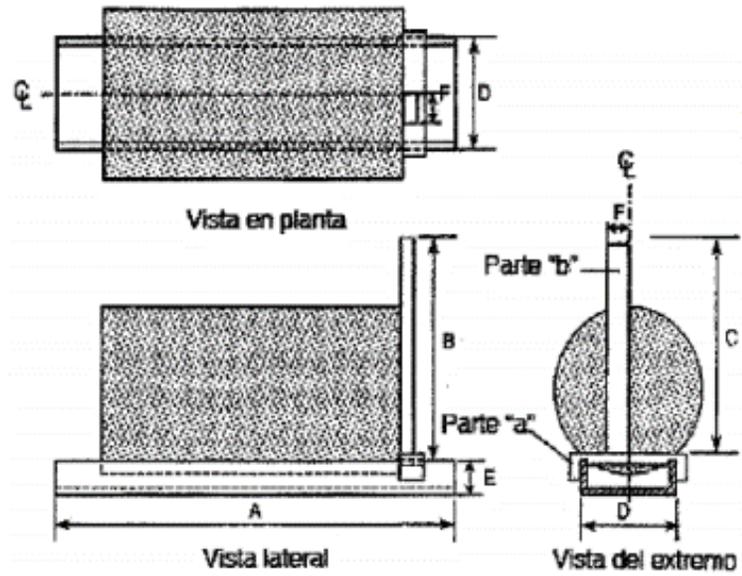
- Máquina de ensayo: Debe cumplir con las normas C/39, con una capacidad de carga de 7,5 según la figura 30.
- Barra o Placa de apoyo suplementaria
- Listones de apoyo: Se usan 2 listones en los dos extremos donde se va aplicar la carga. Los listones no pueden ser reutilizados.

Procedimiento:

- Los especímenes deben ser ensayados a los 28 días y deben estar en la condición secos al aire.
- Dibujar las líneas en cada extremo del cilindro asegurándonos que este en el mismo plano axial a ensayar.

Figura 30

Vista general del aparato con respecto a la alineación



Nota. El grafico representa el aparato adecuado. Tomada de norma NTG 41017-h15

Cálculo:

$$T = \frac{2 \times P}{\pi \times l \times d}$$

Dónde?:

T = resistencia a la tracción indirecta, Mpa

P = carga máxima de tracción indirecta, N

l = longitud, mm

d = diámetro, mm

Resultados:

Tabla 44

Resultado de la tracción indirecta de las mezclas con cemento hidráulico por desempeño Tipo GU

Mezcla N°	Edad Días	Carga kN	Resistencia	
			Mpa	kg/cm ²
1	28	167,6	2,35	23,95
2	28	167,2	2,33	23,80
3	28	153,7	2,16	22,05

Nota. La tabla muestra las tracciones indirectas con respecto a los 28 días de rupturas.

Tabla 45

Resultado de la tracción indirecta de las mezclas con cemento hidráulico por desempeño Tipo HE

Mezcla N°	Edad Días	Carga kN	Resistencia	
			Mpa	kg/cm ²
4	28	179,2	2,53	25,77
5	28	194,5	2,72	27,70
5.1	28	212,8	2,98	30,37
6	28	144,1	2,01	20,47

Nota. La tabla muestra las tracciones indirectas con respecto a los 28 días de rupturas.

5.2.3. Determinación del Número de Rebote, Ensayo de Esclerometría Según Norma NTE INEN 3121

La norma NTE INEN 3121 denomina a esto como la estimación de número de rebote, es un ensayo no destructivo que se realiza al hormigón endurecido, en este caso a los cilindros a una edad de 28 días.

La relación entre el número de rebote como representa la figura 31 y la estimación de la resistencia al hormigón es proporcionada por el mismo fabricante del martillo de Smith, donde debe de ser verificada antes de trabajar.

Equipo

- Martillo de rebote: Consiste en un embolo de acero que golpea el objeto para medir su resistencia estimada, el martillo libera el desplazamiento de un resorte que mide un resultado que debe de ser sumado a otras unidades.
- Piedra abrasiva: un material conformado por carburo de silicio de textura rugosa y áspera de no contar con aquello un material similar puede usarse de grano medio.
- Yunque de verificación: se usa para comprobar el funcionamiento correcto del martillo, debe de dar un numero de golpe de mínimo 75, debe de estar sobre una superficie rígida y evitar moverse para que no altere y del resultado mencionado, esto no asegura al laboratorista que sea confiable el número de golpe.

Procedimiento:

- Cada elemento debe de ser al meno de 10cm y debe de estar fija e inerte dentro de alguna superficie, debe de considerar que las superficies pulidas reflejan valores mayores a otras superficies ásperas.
- Permita que el embolo de acero golpe perpendicular al objeto. De desearlo puede golpearle de diferentes ángulos donde el resultado debe de ser el mismo.

Calculo:

- De 10 lecturas del martillo, se debe de eliminar las que difieran de más de 6 unidades, se selecciona para la sumatoria total solo los valores restantes. Si existiera un par de valores iguales que difieren de la media se debe de eliminar de los datos.

Figura 31

Correlación de números de golpes con estimación de resistencia

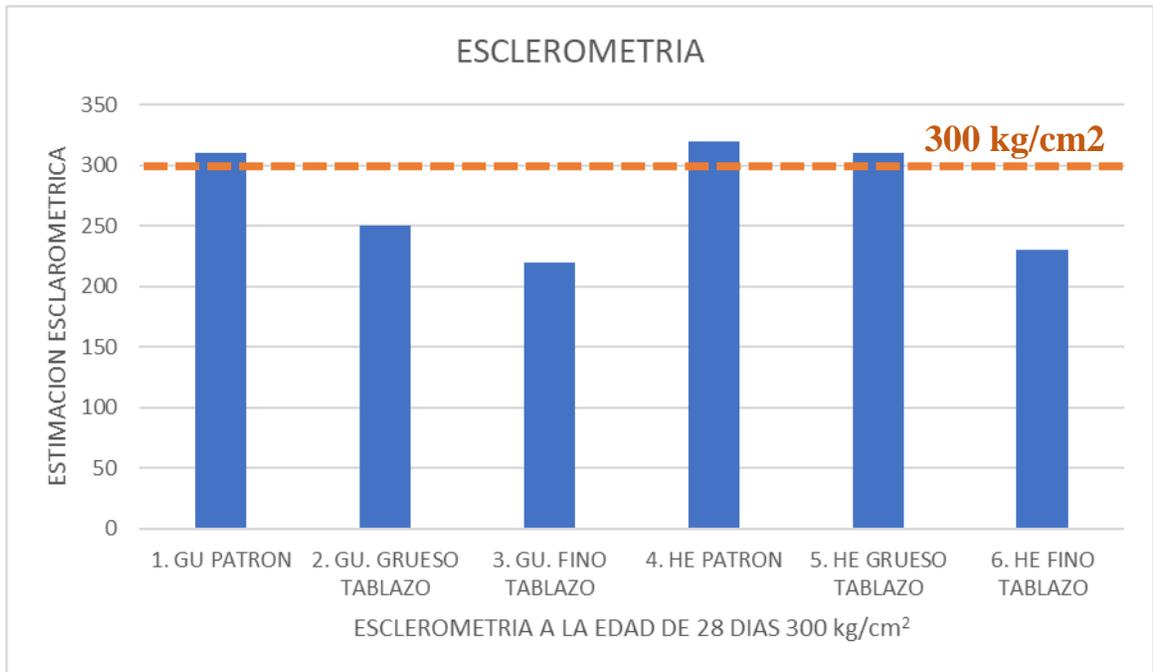
R	IMPACT ANGLE α			
	$\alpha = 90^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 0^\circ$	$\alpha = 45^\circ$
1	125	115	110	105
2	135	125	120	115
3	145	135	130	125
4	155	145	140	135
5	165	155	150	145
6	175	165	160	155
7	185	175	170	165
8	195	185	180	175
9	205	195	190	185
10	215	205	200	195
11	225	215	210	205
12	235	225	220	215
13	245	235	230	225
14	255	245	240	235
15	265	255	250	245
16	275	265	260	255
17	285	275	270	265
18	295	285	280	275
19	305	295	290	285
20	315	305	300	295
21	325	315	310	305
22	335	325	320	315
23	345	335	330	325
24	355	345	340	335
25	365	355	350	345
26	375	365	360	355
27	385	375	370	365
28	395	385	380	375
29	405	395	390	385
30	415	405	400	395
31	425	415	410	405
32	435	425	420	415
33	445	435	430	425
34	455	445	440	435
35	465	455	450	445
36	475	465	460	455
37	485	475	470	465
38	495	485	480	475
39	505	495	490	485
40	515	505	500	495
41	525	515	510	505
42	535	525	520	515
43	545	535	530	525
44	555	545	540	535
45	565	555	550	545
46	575	565	560	555
47	585	575	570	565
48	595	585	580	575
49	600	590	585	575
50	600	590	585	575

Nota. El grafico representa el número de golpes con respecto a la estimación de resistencia. Tomada de norma NTE INEN 3121.

Resultados:

Figura 32

Estimación de resultado de la esclerometría de las mezclas con cemento hidráulico por desempeño Tipo GU-HE



Nota. La tabla muestra la estimación de resultados con respecto a los 28 días.

Comparación de la esclerometría con la compresión simple a la misma edad (28 días).

Con ángulo alfa (α) = 0°.

Mezcla con Cemento Hidráulico Tipo GU (uso general):

1. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco).

Estimación esclerometría: 310 kg/cm²

2. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo.

Estimación esclerometría: 250 kg/cm²

3. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco.

Estimación esclerometría: 220 kg/cm²

Mezcla con cemento Hidráulico Tipo HE (alta resistencia inicial):

4. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas

Estimación esclerometría: 320 kg/cm²

5. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo.

Estimación esclerometría: 310 kg/cm²

6. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco.

Estimación esclerometría: 230 kg/cm²

5.2.4. *Módulo de Elasticidad y Relación de Poisson*

La norma ASTM C 469-94, describe el procedimiento para determinar el módulo de elasticidad y la relación de Poisson en las probetas de concretos hidráulicos que han sido sometidos a los esfuerzos de la máquina de compresión.

La norma ASTM C 469 indica que el módulo de elasticidad es aplicado por el rango de tensión suministrado con valores que van entre el 0% a 40% de la última resistencia del hormigón. Se describe a la elasticidad como una secante de la curva de esfuerzo deformación en el hormigón que ya ha endurecido y a la edad de maduración y a la deformación longitudinal como el resultado de la deformación longitudinal total dividida para la longitud efectiva del equipo de medición.

Procedimiento:

- Ensayos realizados en la planta Holcim San Eduardo, Guayaquil.
- Con ayuda de un deformímetro que encamisa a las probetas a ensayarse y la presencia de los diales, la máquina de compresión simple sumista una carga estimada, se registran datos de la deformación transversal y longitudinal según la aguja del dial a medida de 20 unidades cada una.
- Se realiza el módulo de elasticidad al hormigón experimental tablazo que haya cumplido la resistencia a la compresión especificada a los 28 días al ser el mismo hormigón del que se desarrolla el adoquín, se comparara con el diseño patrón de la mezcla 4, que se elaboraron con el cemento Holcim premium He.

Cálculo:

$$E = \frac{(S_2 - S_1)}{\varepsilon_2 - 0,000050}$$

Dónde?:

E = módulo de elasticidad. Mpa.

S_2 = esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última, Mpa.

S_1 = esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal en ε_1 .

ε_2 = deformación unitaria longitudinal.

$$\mu = \frac{(\varepsilon_{t2} - \varepsilon_{t1})}{\varepsilon_2 - 0.000050}$$

Dónde?:

μ = relación de poisson

ε_{t2} = deformación transversal a la mitad de la altura del espécimen generado por S_2

ε_{t1} = deformación transversal a la mitad de la altura del espécimen generado por S_1

ε_2 = deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S_2

Resultados:

Del diseño 4: diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso

Caliza Huayco) con cemento hidráulico Tipo HE.

$$\mu = 0.29$$

$$E = 25.9 \text{ GPa}$$

Tabla 46

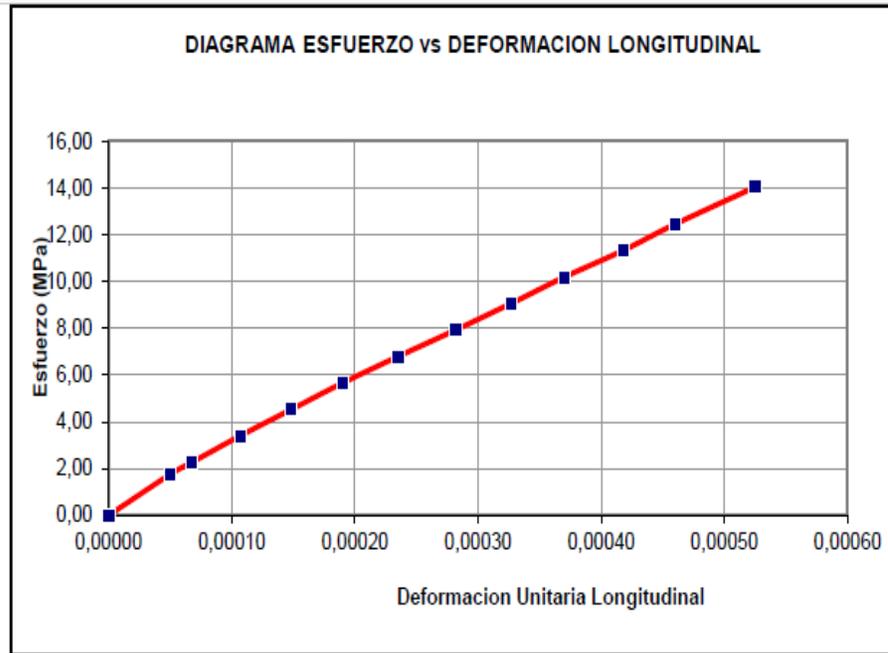
Resultado del módulo de elasticidad de la mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco) con cemento hidráulico Tipo HE

Mezcla con Cemento hidráulico por desempeño Tipo HE		
Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco)		
Esfuerzo	Deformación unitaria	Deformación unitaria
MPa	longitudinal.	transversal.
1,7	0,00005	0,00002
2,3	0,00007	0,00003
3,4	0,00012	0,00004
4,5	0,00016	0,00005
5,7	0,00021	0,00007
6,8	0,00026	0,00009
7,9	0,00031	0,00010
9,1	0,00036	0,00011
10,2	0,00041	0,00013
11,3	0,00045	0,00014
12,8	0,00052	0,00016

Nota. La tabla muestra las deformaciones longitudinal y transversal con respecto al esfuerzo.

Figura 33

Diagrama del módulo de elasticidad de la mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco) con cemento hidráulico Tipo HE



Nota. La grafica representa el diagrama de esfuerzo con respecto a la deformación longitudinal del cilindro de hormigón.

Del diseño 5: diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo con cemento hidráulico Tipo HE.

$$\mu = 0.29$$

$$E = 23.6 \text{ GPa}$$

Tabla 47

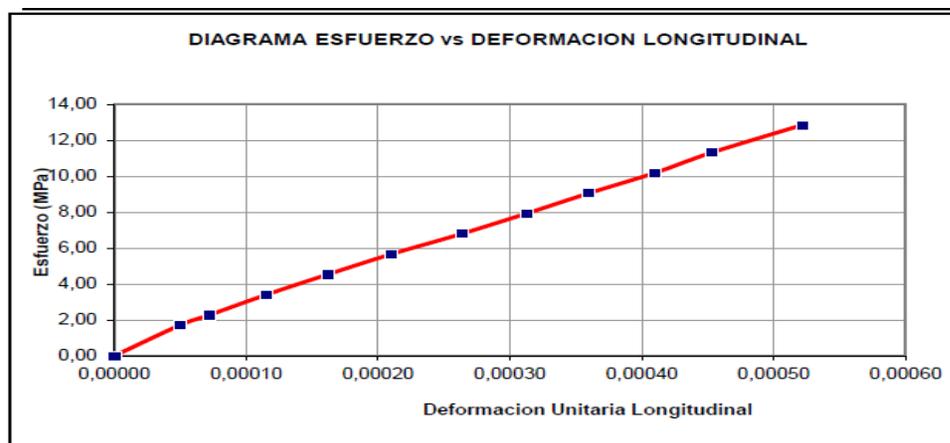
Resultado del módulo de elasticidad de la mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo con cemento hidráulico Tipo HE

Mezcla con Cemento hidráulico por desempeño Tipo HE		
Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo		
Esfuerzo	Deformación unitaria	Deformación unitaria
MPa	longitudinal.	transversal.
1,8	0,00005	0,00002
2,3	0,00007	0,00003
3,4	0,00011	0,00004
4,5	0,00015	0,00005
5,7	0,00019	0,00006
6,8	0,00024	0,00007
7,9	0,00028	0,00009
9,1	0,00033	0,00010
10,2	0,00037	0,00011
11,3	0,00042	0,00013
12,4	0,00046	0,00014
14	0,00053	0,00016

Nota. La tabla muestra las deformaciones longitudinal y transversal con respecto al esfuerzo.

Figura 34

Diagrama del módulo de elasticidad de la mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo con cemento hidráulico Tipo HE



Nota. La grafica representa el diagrama de esfuerzo con respecto a la deformación longitudinal del cilindro de hormigón.

5.3. Propiedades del Hormigón Endurecido a los Adoquines de Hormigón.

La norma INEN 3040 describe los requisitos que debe de cumplir el adoquín de hormigón, y lo considera apropiado para su implementación en pavimentos, calles y obras civiles que ameriten su uso, los ensayos a analizar son:

- Forma y dimensiones
- Resistencia climática
- Resistencia y carga de tracción indirecta
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia al deslizamiento

5.3.1. Medida de las Dimensiones de un Adoquín (Anexo C)

La norma INEN 3040 describe en el anexo C el procedimiento que consiste en utilizar métodos diferentes de medición para determinar las dimensiones del adoquín.

Procedimiento:

- Se procede con una brocha a eliminar las impurezas presentes en cualquiera de sus caras, en esta investigación se mide con un pie de rey digital.
- La lectura es el promedio de dos resultados como el largo y ancho del adoquín.
- La lectura promedio de cuatros resultados tomadas a 2cm aproximados de la cara del adoquín, que serán utilizada como datos de espesor.

Resultados:

Tabla 48

Resultado de las medidas de dimensiones de las 8 muestras

Muestra N°	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Peso kg
1	20,164	10,339	6,127	2,788
2	20,340	9,984	6,141	2,704
3	20,391	10,054	6,082	2,737
4	20,113	10,048	6,073	2,712
5	20,312	10,310	6,069	2,767
6	20,251	10,049	6,056	2,638
7	20,257	10,236	6,046	2,802
8	20,122	10,000	6,068	2,689

Nota. La tabla muestra los resultados de medición.

5.3.2. Determinación del Índice de Absorción Total del Agua (Anexo D)

La norma INEN 3040 describe en el anexo D, el procedimiento de este ensayo que consiste en hallar la absorción del adoquín.

Procedimiento:

- Será sumergido en un estanque de agua y estarán inmerso en ella 3 días a una temperatura ambiente de $20^{\circ} \pm 5^{\circ}$.
- Estas muestras serán limpiadas con una franela para retirar de ellas cualquier impureza presente en cualquiera de sus caras.
- Posterior a esto las muestras serán colocadas en el horno por un periodo de 3 días a una temperatura de $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$.
- Se deja enfriar la muestra a temperatura ambiente y se pesa.

Se considera que la muestra alcanzo masa constante cuando en un intervalo de 24 horas tiene el mismo peso con la diferencia del 0,1%.

Cálculo:

$$W_a = \frac{(M_1 - M_2)}{M_2} \times 100\%$$

Dónde?:

W_a = capacidad de absorción del adoquín, %

M_1 = masa de la muestra en estado saturado, gr

M_2 = masa de la muestra seca al horno, gr

Resultados:

Tabla 49

Resultado de la absorción de 2 muestras.

Muestra N°	Absorción %	Promedio
1	2,671	2,643
2	2,615	

Nota. La tabla muestra el promedio de la absorción de las 2 muestras.

5.3.3. Medida de la Resistencia a la Tracción Indirecta (Anexo E)

La norma INEN 3040 describe en el anexo E el procedimiento que consiste en determinar mediante un ensayo destructivo la resistencia a la tracción indirecta al adoquín.

Procedimiento:

- La máquina de ensayo debe de tener un $\pm 3\%$ de precisión sobre la carga de ensayo y debe de incrementar la carga a velocidades determinadas, debe de contar con dos depósitos de soporte compuestos.
- Debe de estar en vertical a $\pm 1\text{ mm}$ en los extremos del soporte y a no mayor de 10 mm más largo que el plano donde se estima la fractura, aquellos soportes deben de girar en su eje transversal y las piezas de compresión deben de tener $15\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ de ancho, contar con espesores de $4\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ y en la longitud de $300\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$.
- A las muestras retiradas de la cámara de inmersión se las secas y se quitan las rebabas que son aquellas salientes, si la superficie del adoquín no es completamente plana se rellena o rebaja a la mínima cantidad del material, se coloca de forma paralela con relación a los soportes rígidos que los comprimirán, la separación entre las caras del adoquín y la distancia entre la sección de tracción sea de 0,5 veces el espesor del adoquín.
- Dicha carga suministrada es aplicada de manera constante y suave con velocidad de 15 Mpa/s, se plasma como resultado la última carga registrada en la máquina de compresión.

Cálculo:

$$A_n = L_s * W_s$$

Dónde?:

$A_n = \text{área neta de contacto, mm}^2$

$l = \text{longitud promedio del espécimen, mm}$

$t = \text{espesor del soporte rígido de compresión, mm}$

$$T = 0.637 \times k \times \frac{P}{A_n}$$

Dónde?:

$T = \text{resistencia a la tracción indirecta, Mpa}$

$P = \text{carga máxima de tracción indirecta, N}$

$K = \text{factor de corrección respecto al espesor del adoquín, mm}$

$t = \text{espesor de la muestra, mm}$

Considerar que el valor de **k** se puede obtener mediante:

- Si $140 \text{ mm} < t < 180 \text{ mm}$, utilice la siguiente ecuación:

$$k = 1,3 - 30 \left(0,18 - \frac{t}{1000}\right)^2$$

- Si $t > 180 \text{ mm}$, utilice:

$$k = 1,3$$

- Si $t \leq 140 \text{ mm}$, el valor de **k** mediante la tabla de factor de corrección de k

Tabla 50

Factor de corrección *k*

t(mm)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
k	0,71	0,79	0,87	0,94	1	1,06	1,11	1,15	1,19	1,23	1,25

Nota. La Tabla muestra los distintos factores de corrección con respecto al espesor del adoquín. Tomada de la Norma NTE INEN 3040.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(F_i - F_m)^2}{n-1}}$$

Dónde?:

S = desviación estándar, Mpa

F_i = resistencia del testigo sometido a compresión, Mpa

F_m = promedio de la resistencia a compresión en todas las muestras, Mpa

t = espesor de la muestra, mm

$$f_k = (f_m - 1,64 S)$$

Dónde?:

f_k = resistencia característica, Mpa

Resultados:

Tabla 51

Resultado de la tracción indirecta de los adoquines con cemento hidráulico por desempeño Tipo HE

Edad	Largo cm	Carga kN	Resistencia	
			Mpa	kg/cm ²
3	20,252	44,8	2,04	23,95
7	20,252	50,05	2,28	23,80
15	20,282	68,95	3,14	23,80
28	20,189	83,47	3,82	22,05

Nota. La tabla muestra las tracciones indirectas con respecto a los 28 días de rupturas.

Considere que la resistencia característica a la tracción indirecta de las muestras debe de ser mayores o iguales a 3,6 MPa. Tal parámetro no debe de ser en adoquín menos a 2,9 Mpa a la edad de diseño (28 días).

Capítulo VI

Presupuesto

6.1 Mezcla con Cemento Hidráulico Tipo GU (Uso General)

1. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco).

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	1		UNIDAD:	M3	
DETALLE:	Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco).				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% M/O					0,8800
Concreteira de 1 Saco	1,000	5,0000	5,0000	0,4000	2,000
Vibrador de Manguera	1,000	3,7500	3,7500	0,4000	1,500
				SUBTOTAL (1) =	4,3800
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	8,000	3,6200	28,9600	0,4000	11,5840
Albañil	3,000	3,6600	10,9800	0,4000	4,3920
Maestro	1,000	4,0600	4,0600	0,4000	1,6240
				SUBTOTAL (2) =	17,6000
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Mezcla con Cemento Hidráulico Tipo GU (uso general)		sc	9,165	8,0000	73,3184
Piedra 3/4 Huayco		m3	0,359	22,0000	7,8980
Arena		m3	0,255	20,0000	5,1000
Agua		m3	0,214	1,5000	0,3210
				SUBTOTAL (3) =	86,6374
TOTAL COSTO DIRECTOS (1+2+3)					108,6174
				INDIRECTOS Y UTILIDAD 25,00%	27,1544
VALOR OFERTADO					\$ 135,77

La Libertad 9 Marzo 2021

2. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	2			UNIDAD:	M3
DETALLE:	Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo.				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% M/O					0,8800
Concretera de 1 Saco	1,000	5,0000	5,0000	0,4000	2,000
Vibrador de Manguera	1,000	3,7500	3,7500	0,4000	1,500
				SUBTOTAL (1) =	4,3800
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	8,000	3,6200	28,9600	0,4000	11,5840
Albañil	3,000	3,6600	10,9800	0,4000	4,3920
Maestro	1,000	4,0600	4,0600	0,4000	1,6240
				SUBTOTAL (2) =	17,6000
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Mezcla con Cemento Hidráulico Tipo GU (uso general)		sc	9,165	8,0000	73,3184
Agregado grueso Tablazo		m3	0,367	15,0000	5,5050
Arena		m3	0,239	20,0000	4,7800
Agua		m3	0,231	1,5000	0,3465
				SUBTOTAL (3) =	83,9499
TOTAL COSTO DIRECTOS (1+2+3)					105,9299
INDIRECTOS Y UTILIDAD				25,00%	26,4825
VALOR OFERTADO				\$	132,41

La Libertad 9 Marzo 2021

3. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	3			UNIDAD:	M3
DETALLE:	Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco.				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% M/O					0,8800
Concretera de 1 Saco	1,000	5,0000	5,0000	0,4000	2,000
Vibrador de Manguera	1,000	3,7500	3,7500	0,4000	1,500
				SUBTOTAL (1) =	4,3800
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	8,000	3,6200	28,9600	0,4000	11,5840
Albañil	3,000	3,6600	10,9800	0,4000	4,3920
Maestro	1,000	4,0600	4,0600	0,4000	1,6240
				SUBTOTAL (2) =	17,6000
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Mezcla con Cemento Hidráulico Tipo GU (uso general)		sc	9,165	8,0000	73,3184
Piedra 3/4 Huayco		m3	0,337	22,0000	7,4140
Agregado fino tablazo		m3	0,268	9,5000	2,5460
Agua		m3	0,236	1,5000	0,3540
				SUBTOTAL (3) =	83,6324
TOTAL COSTO DIRECTOS (1+2+3)					105,6124
INDIRECTOS Y UTILIDAD				25,00%	26,4031
VALOR OFERTADO					\$ 132,02

La Libertad 9 Marzo 2021

6.2 Mezcla con Cemento Hidráulico Tipo HE (Alta Resistencia Inicial)

4. Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco).

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	4		UNIDAD:	M3	
DETALLE:	Diseño de mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco).				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% M/O					0,8800
Concretera de 1 Saco	1,000	5,0000	5,0000	0,4000	2,000
Vibrador de Manguera	1,000	3,7500	3,7500	0,4000	1,500
				SUBTOTAL (1) =	4,3800
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	8,000	3,6200	28,9600	0,4000	11,5840
Albañil	3,000	3,6600	10,9800	0,4000	4,3920
Maestro	1,000	4,0600	4,0600	0,4000	1,6240
				SUBTOTAL (2) =	17,6000
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Mezcla con cemento Hidráulico Tipo HE (alta resistencia inicial)		sc	9,165	9,1392	83,7589
Piedra 3/4 Huayco		m3	0,359	22,0000	7,8980
Arena		m3	0,258	20,0000	5,1600
Agua		m3	0,214	1,5000	0,3210
				SUBTOTAL (3) =	97,1379
TOTAL COSTO DIRECTOS (1+2+3)					119,1179
INDIRECTOS Y UTILIDAD 25,00%					29,7795
VALOR OFERTADO					\$ 148,90

La Libertad 9 Marzo 2021

5. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	5			UNIDAD:	M3
DETALLE:	Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo.				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% M/O					0,8800
Concretera de 1 Saco	1,000	5,0000	5,0000	0,4000	2,000
Vibrador de Manguera	1,000	3,7500	3,7500	0,4000	1,500
				SUBTOTAL (1) =	4,3800
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	8,000	3,6200	28,9600	0,4000	11,5840
Albañil	3,000	3,6600	10,9800	0,4000	4,3920
Maestro	1,000	4,0600	4,0600	0,4000	1,6240
				SUBTOTAL (2) =	17,6000
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Mezcla con cemento Hidráulico Tipo HE (alta resistencia inicial)		sc	9,165	9,1392	83,7589
Agregado grueso Tablazo		m3	0,367	15,0000	5,5050
Arena		m3	0,242	20,0000	4,8400
Agua		m3	0,231	1,5000	0,3465
				SUBTOTAL (3) =	94,4504
TOTAL COSTO DIRECTOS (1+2+3)					116,4304
INDIRECTOS Y UTILIDAD					25,00%
					29,1076
VALOR OFERTADO					\$ 145,54

La Libertad 9 Marzo 2021

6. Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	6		UNIDAD:	M3	
DETALLE:	Diseño de mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco.				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% M/O					0,8800
Concretera de 1 Saco	1,000	5,0000	5,0000	0,4000	2,000
Vibrador de Manguera	1,000	3,7500	3,7500	0,4000	1,500
				SUBTOTAL (1) =	4,3800
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	8,000	3,6200	28,9600	0,4000	11,5840
Albañil	3,000	3,6600	10,9800	0,4000	4,3920
Maestro	1,000	4,0600	4,0600	0,4000	1,6240
				SUBTOTAL (2) =	17,6000
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Mezcla con cemento Hidráulico Tipo HE (alta resistencia inicial)		sc	9,165	9,1392	83,7589
Piedra 3/4 Huayco		m ³	0,337	22,0000	7,4140
Agregado fino tablazo		m ³	0,271	9,5000	2,5745
Agua		m ³	0,236	1,5000	0,3540
				SUBTOTAL (3) =	94,1014
TOTAL COSTO DIRECTOS (1+2+3)					116,0814
INDIRECTOS Y UTILIDAD					25,00%
					29,0204
VALOR OFERTADO					\$ 145,10

La Libertad 9 Marzo 2021

Adoquín

7. Diseño de mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	7		UNIDAD:	U	
DETALLE:	Adoquin con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo.				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor 5% M/O					0,2268
Compactador mecanico	1,000	5,6000	5,6000	0,4000	2,240
					2,4668
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	1,000	3,6200	3,6200	0,4000	1,4480
Albañil	1,000	3,6600	3,6600	0,4000	1,4640
Maestro	1,000	4,0600	4,0600	0,4000	1,6240
					4,5360
MATERIALES					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Adoquin de trafico ligero		u	50,000	0,1921	9,6057
Arena fina		m3	0,020	20,0000	0,4000
					10,0057
TOTAL COSTO DIRECTOS (1+2+3)					17,0085
				INDIRECTOS Y UTILIDAD 25,00%	4,2521
				VALOR OFERTADO	\$ 21,26

La Libertad 9 Marzo 2021

Capítulo VII

Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

- Se obtuvieron tres diseños de mezclas de hormigón $f'c=300 \text{ kgf/cm}^2$ empleando el cemento tipo GU y las mezclas de hormigón utilizando la caliza fosilífera de la formación del Tablazo las que no cumplieron con la resistencia a la compresión. En los otros 3 diseños de mezcla de hormigón en la cual se emplea el cemento tipo HE, se obtuvo dos resultados $f'c = 357.15 \text{ kgf/cm}^2$ y $f'c = 318.99 \text{ kgf/cm}^2$ que cumplen con la resistencia específica de diseño con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo con tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ “, el cual excede su valor en un 6.33%.
- Los agregados de la formación Tablazo (caliza fosilífera) presentan valores de densidad de $2487,56 \text{ kg/m}^3$ en arena y $2164,50 \text{ kg/m}^3$ en grava, con porcentajes de 94.53% y 89.88% respectivamente menor que los agregados utilizados en el hormigón convencionales, con absorciones mayores de 2.39% en agregado fino y 3.33% en agregado grueso. El agregado fino presentó un módulo de finura 2.80 el cual es apto para cualquier diseño de mezcla de hormigón y con la única deficiencia que presenta al desgaste que tiene un valor de 52.9 %, por lo que no debe de usarse en superficies sometidas a abrasión.
- A una relación de $a/c=0,45$ en el diseño del concreto con calizas fosilíferas, se obtuvo característica de trabajabilidad plástica, manejable en el hormigón fresco, haciéndolo apto para las condiciones de transporte y colocación. Mientras que en el hormigón endurecido tenemos pesos de $2118,61 \text{ kg/m}^3$, alcanzando la

resistencia a la compresión similar a un $f'c = 300 \text{ kgf/cm}^2$. Tiene un módulo de elasticidad $E = 23.6 \text{ GPa}$ y una relación de Poisson $\mu = 0.29$.

- Los adoquines elaborados con el diseño de mezcla de hormigón $f'c=300 \text{ kgf/cm}^2$: cemento tipo HE con agregado fino el Triunfo y agregado grueso El Tablazo cumplen satisfactoriamente con la norma NTE INEN 3040 en la cual se establece para la tracción indirecta un valor mayor de $T= 3.6 \text{ MPa}$, obteniéndose como resultado $T= 3.82 \text{ MPa}$, el cual excede en un 6.11% del rango, por lo tanto, el adoquín de área de $10\text{cm} \times 20\text{cm}$ y espesor de 6 cm es apto para su uso en tráfico ligero.
- Se determina que el costo unitario de 1 m³ de hormigón elaborado con cemento tipo HE, agregado grueso El Tablazo y agregado fino El Triunfo tiene un precio de \$ 148.54 dólares americanos, el diseño de mezcla con agregados convencionales caliza Huayco y arena El Triunfo tiene un precio de \$148.90 dólares americanos, lo que equivale a que nuestro hormigón objetivo mantiene el mismo tipo de cemento, generando un ahorro del 0.24%.

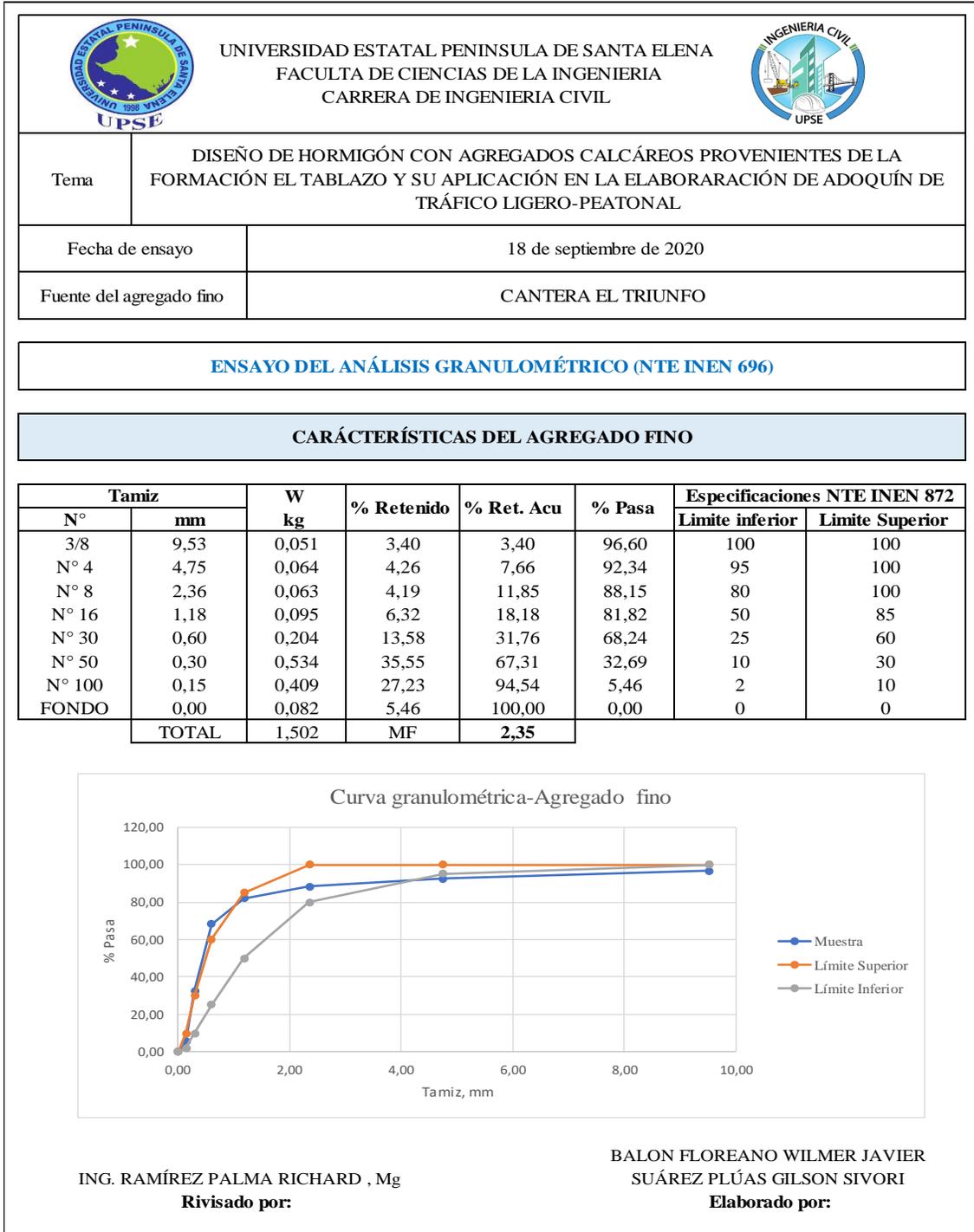
7.2. Recomendaciones

- A las futuras investigaciones se sugiere determinar si el hormigón de 300 kgf/cm² puede ser implementado como hormigones en pórticos estructurales.
- Se deben seguir los procedimientos de diseño establecido por la norma ACI 211.1 y de saturar los agregados que tengan una alta absorción para obtener las resistencias deseadas.
- Se recomienda usar aditivos como plastificantes o acelerantes y adicionarlos en las proporciones que indican los técnicos especialistas en diseño de mezclas.
- Se puede realizar el diseño de hormigón para aceras y bordillos con resistencias inferiores de 180 kgf/cm² con cemento Tipo GU, analizar y comparar sus propiedades del hormigón fresco y endurecido y la factibilidad económica.
- Se recomienda determinar la solidez de los agregados mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

ANEXOS

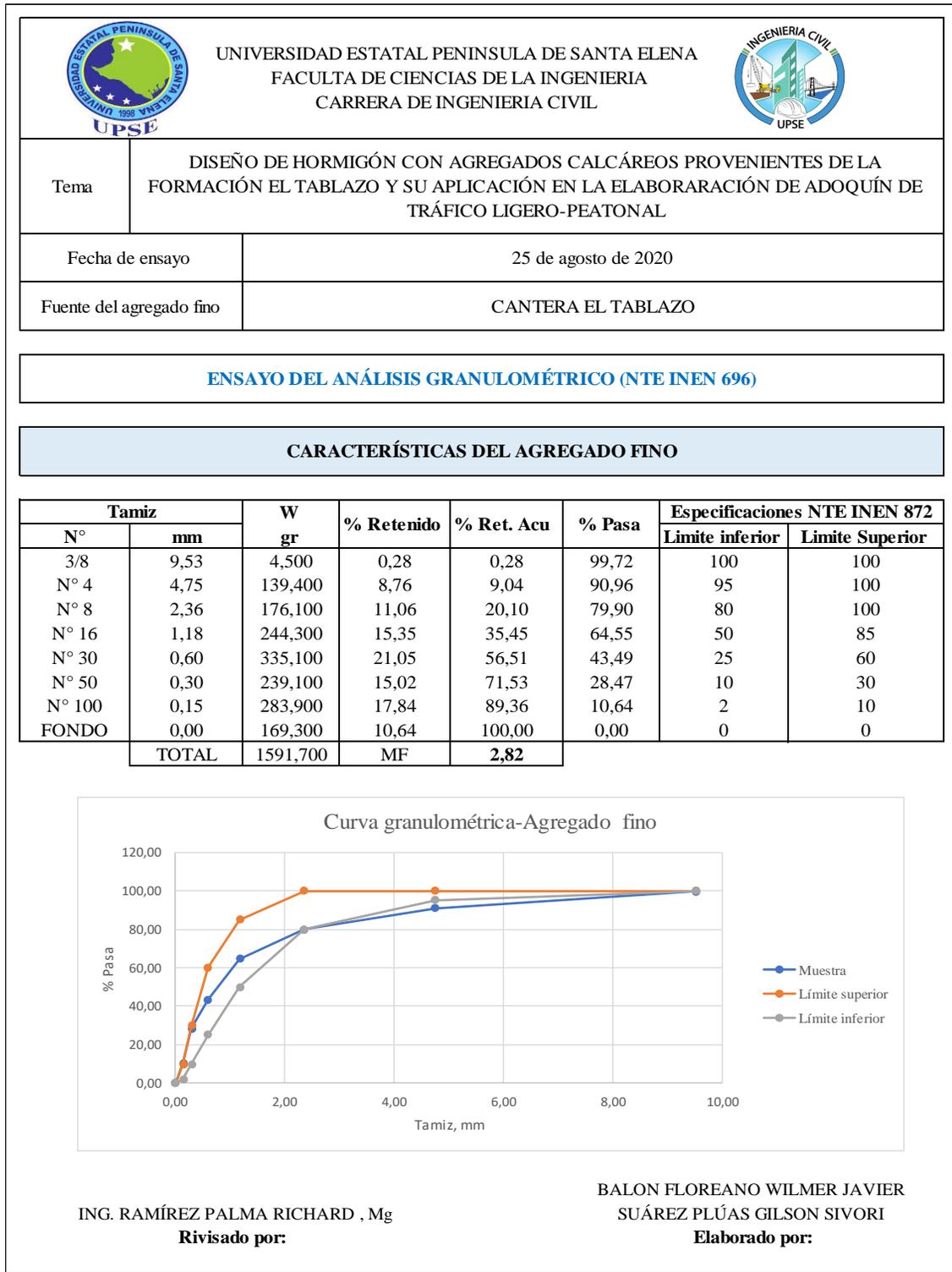
Anexo 1

Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera El Triunfo



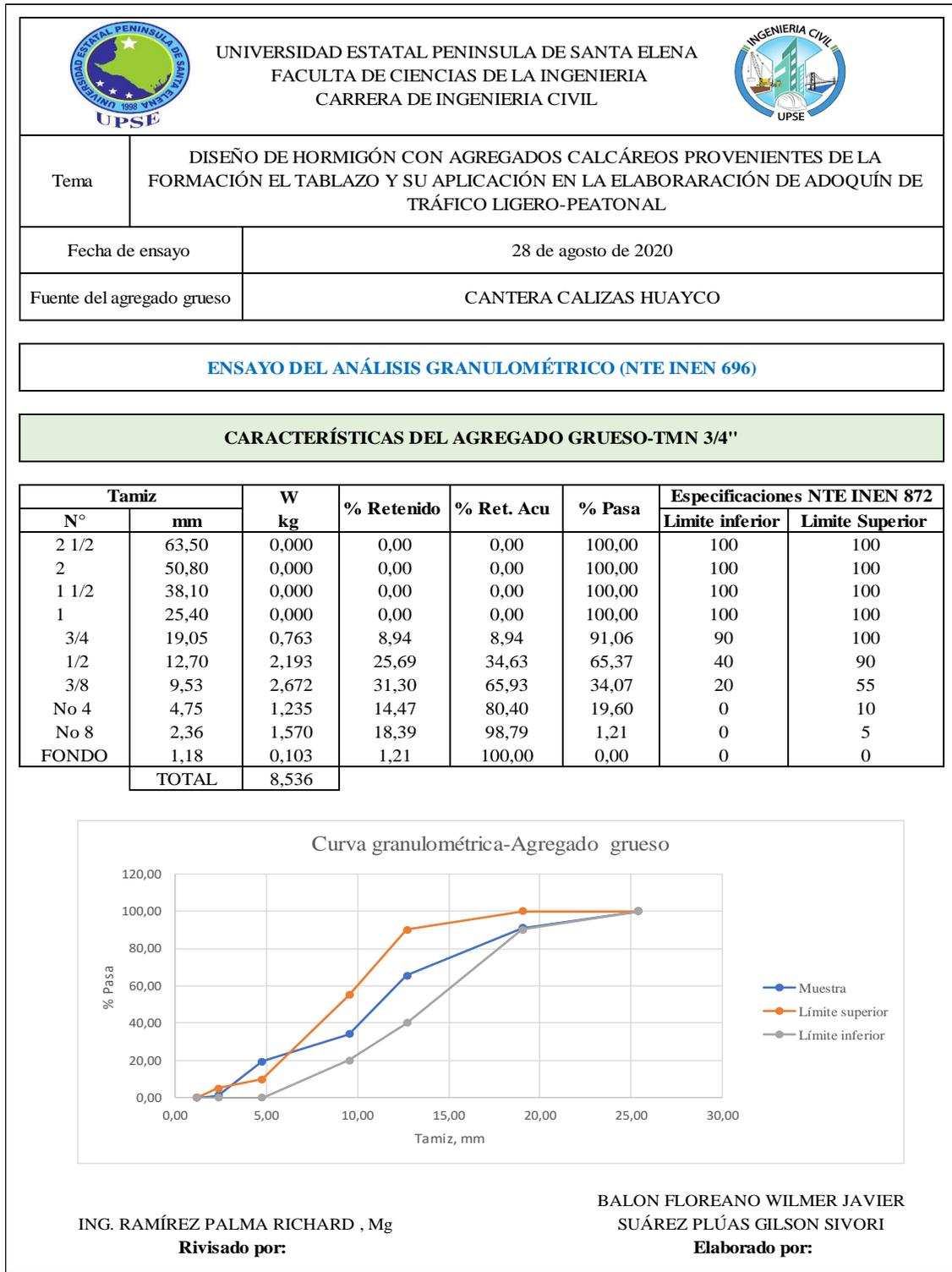
Anexo 2

Análisis granulométrico del agregado fino de la cantera El Tablazo



Anexo 3

Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera Calizas Huayco

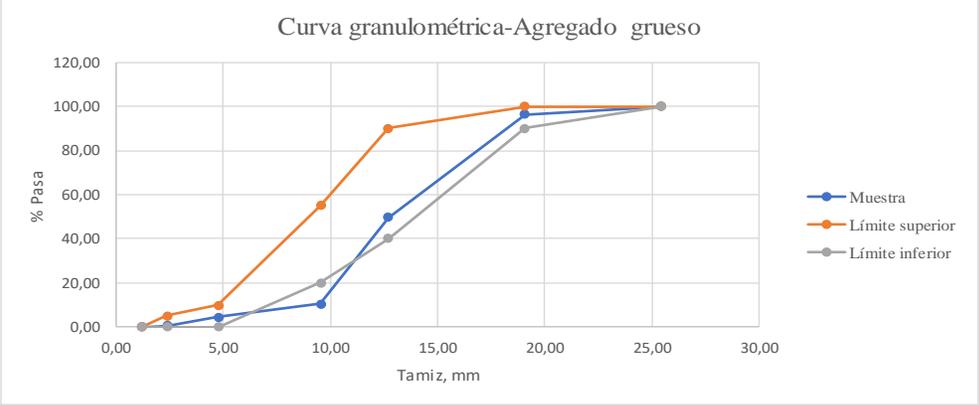


Anexo 4

Análisis granulométrico del agregado grueso de la cantera El Tablazo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL						
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL						
Fecha de ensayo	3 de septiembre de 2020						
Fuente del agregado grueso	CANTERA EL TABLAZO						
ENSAYO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTE INEN 696)							
CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO-TMN 3/4"							
Tamiz		W kg	% Retenido	% Ret. Acu	% Pasa	Especificaciones NTE INEN 872	
N°	mm					Límite inferior	Límite Superior
2 1/2	63,50	0,000	0,00	0,00	100,00	100	100
2	50,80	0,000	0,00	0,00	100,00	100	100
1 1/2	38,10	0,000	0,00	0,00	100,00	100	100
1	25,40	0,000	0,00	0,00	100,00	100	100
3/4	19,05	0,448	3,80	3,80	96,20	90	100
1/2	12,70	5,479	46,42	50,22	49,78	40	90
3/8	9,53	4,638	39,30	89,52	10,48	20	55
No 4	4,75	0,710	6,02	95,53	4,47	0	10
No 8	2,36	0,467	3,96	99,49	0,51	0	5
FONDO	1,18	0,060	0,51	100,00	0,00	0	0
TOTAL		11,802					

Curva granulométrica-Agregado grueso



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg

Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI

Elaborado por:

Anexo 5

Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado fino de la cantera El Triunfo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL	
Fecha de ensayo	1 de septiembre de 2020	
Fuente del agregado fino	CANTERA EL TRIUNFO	
ENSAYO DE LA DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA Y ABSORCIÓN (NTE INEN 856)		
CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO		
Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)		
D.S.S.S.	500,00	gr
Lectura inicial	200,00	cm ³
Lectura final	390,00	cm ³
Volumen	190,00	cm ³
D.S.S.S.	2,63	gr/cm ³
	2631,58	Kg/m ³
% Absorción		
Recipiente	X2	
W Recipiente	98,50	gr
W Material saturado + recipiente	398,00	gr
W Material seco + recipiente	391,00	gr
W Agua	7,00	gr
W Material seco	292,50	gr
Absorción	2,39	%
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:		BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:

Anexo 6

Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado fino de la cantera El Tablazo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																									
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																									
Fecha de ensayo	26 de agosto de 2020																									
Fuente del agregado fino	CANTERA EL TABLAZO																									
ENSAYO DE LA DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA Y ABSORCIÓN (NTE INEN 856)																										
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D.S.S.S.</td> <td style="text-align: center;">500,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>Lectura inicial</td> <td style="text-align: center;">200,00</td> <td style="text-align: center;">cm³</td> </tr> <tr> <td>Lectura final</td> <td style="text-align: center;">401,00</td> <td style="text-align: center;">cm³</td> </tr> <tr> <td>Volumen</td> <td style="text-align: center;">201,00</td> <td style="text-align: center;">cm³</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">D.S.S.S.</td> <td style="text-align: center;">2,49</td> <td style="text-align: center;">gr/cm³</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2487,56</td> <td style="text-align: center;">Kg/m³</td> </tr> </tbody> </table>			Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)			D.S.S.S.	500,00	gr	Lectura inicial	200,00	cm ³	Lectura final	401,00	cm ³	Volumen	201,00	cm ³	D.S.S.S.	2,49	gr/cm ³	2487,56	Kg/m ³				
Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)																										
D.S.S.S.	500,00	gr																								
Lectura inicial	200,00	cm ³																								
Lectura final	401,00	cm ³																								
Volumen	201,00	cm ³																								
D.S.S.S.	2,49	gr/cm ³																								
	2487,56	Kg/m ³																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">% Absorción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente</td> <td style="text-align: center;">A1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W Recipiente</td> <td style="text-align: center;">101,66</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W Material saturado + recipiente</td> <td style="text-align: center;">435,96</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W Material seco + recipiente</td> <td style="text-align: center;">425,20</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W Agua</td> <td style="text-align: center;">10,76</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W Material seco</td> <td style="text-align: center;">323,54</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>Absorción</td> <td style="text-align: center;">3,33</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>			% Absorción			Recipiente	A1		W Recipiente	101,66	gr	W Material saturado + recipiente	435,96	gr	W Material seco + recipiente	425,20	gr	W Agua	10,76	gr	W Material seco	323,54	gr	Absorción	3,33	%
% Absorción																										
Recipiente	A1																									
W Recipiente	101,66	gr																								
W Material saturado + recipiente	435,96	gr																								
W Material seco + recipiente	425,20	gr																								
W Agua	10,76	gr																								
W Material seco	323,54	gr																								
Absorción	3,33	%																								
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:	BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:																									

Anexo 7

Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado grueso de la cantera Calizas Huayco

	UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																									
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																									
Fecha de ensayo	31 de agosto de 2020																									
Fuente del agregado grueso	CANTERA CALIZAS HUAYCO																									
ENSAYO DE LA DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA Y ABSORCIÓN (NTE INEN 857)																										
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">D.S.S.S.</td> <td style="text-align: center;">2000,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W (Canastilla Sumergido)</td> <td style="text-align: center;">1174,50</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W (Canastilla sumergida+material)</td> <td style="text-align: center;">2344,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W (Can sum+mat)-W (Can Sum)</td> <td style="text-align: center;">1169,50</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Volumen</td> <td style="text-align: center;">830,50</td> <td style="text-align: center;">cm³</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">D.S.S.S.</td> <td style="text-align: center;">2,41</td> <td style="text-align: center;">gr/cm³</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">2408,19</td> <td style="text-align: center;">Kg/m³</td> </tr> </tbody> </table>			Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)			D.S.S.S.	2000,00	gr	W (Canastilla Sumergido)	1174,50	gr	W (Canastilla sumergida+material)	2344,00	gr	W (Can sum+mat)-W (Can Sum)	1169,50	gr	Volumen	830,50	cm ³	D.S.S.S.	2,41	gr/cm ³		2408,19	Kg/m³
Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)																										
D.S.S.S.	2000,00	gr																								
W (Canastilla Sumergido)	1174,50	gr																								
W (Canastilla sumergida+material)	2344,00	gr																								
W (Can sum+mat)-W (Can Sum)	1169,50	gr																								
Volumen	830,50	cm ³																								
D.S.S.S.	2,41	gr/cm ³																								
	2408,19	Kg/m³																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">% Absorción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Recipiente</td> <td style="text-align: center;">Q</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Recipiente</td> <td style="text-align: center;">126,40</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Material saturado + recipiente</td> <td style="text-align: center;">2126,40</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Material seco + recipiente</td> <td style="text-align: center;">2040,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Agua</td> <td style="text-align: center;">86,40</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Material seco</td> <td style="text-align: center;">1913,60</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Absorción</td> <td style="text-align: center;">4,52</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>			% Absorción			Recipiente	Q		W Recipiente	126,40	gr	W Material saturado + recipiente	2126,40	gr	W Material seco + recipiente	2040,00	gr	W Agua	86,40	gr	W Material seco	1913,60	gr	Absorción	4,52	%
% Absorción																										
Recipiente	Q																									
W Recipiente	126,40	gr																								
W Material saturado + recipiente	2126,40	gr																								
W Material seco + recipiente	2040,00	gr																								
W Agua	86,40	gr																								
W Material seco	1913,60	gr																								
Absorción	4,52	%																								
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:	BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:																									

Anexo 8

Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción del agregado grueso de la cantera El Tablazo

	UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL	
Fecha de ensayo	4 de septiembre de 2020	
Fuente del agregado grueso	CANTERA EL TABLAZO	
ENSAYO DE LA DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA Y ABSORCIÓN (NTE INEN 857)		
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO		
Densidad Saturada Superficialmente Seca (D.S.S.S.)		
D.S.S.S.	2000,00	gr
W (Canastilla Sumergido)	1175,00	gr
W (Canastilla sumergida+material)	2251,00	gr
W (Can sum+mat)-W (Can Sum)	1076,00	gr
Volumen	924,00	cm ³
D.S.S.S.	2,16	gr/cm ³
	2164,50	Kg/m³
% Absorción		
Recipiente	SV	
W Recipiente	135,00	gr
W Material saturado + recipiente	1000,00	gr
W Material seco + recipiente	959,00	gr
W Agua	41,00	gr
W Material seco	824,00	gr
Absorción	4,98	%
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:		BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:

Anexo 9

Resultados del peso volumétrico suelto del agregado fino de la cantera El Triunfo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL	
Fecha de ensayo	28 de agosto de 2020	
Fuente del agregado fino	CANTERA EL TRIUNFO	
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA (PESO VOLUMÉTRICO) (NTE INEN 858)		
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO		
Peso volumétrico suelto		
Volumen	0,0027	m ³
P.V.S.+ Recipiente	5,005	Kg
Recipiente	1,753	Kg
W Material	3,252	Kg
P.V.S.	1201,18	kg/m ³
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:	BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:	

Anexo 10

Resultados del peso volumétrico suelto del agregado fino de la cantera El Tablazo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL		
Fecha de ensayo	25 de agosto de 2020		
Fuente del agregado fino	CANTERA EL TABLAZO		
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA (PESO VOLUMÉTRICO) (NTE INEN 858)			
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO			
Peso volumétrico suelto			
Volumen	0,0027	m ³	
P.V.S.+ Recipiente	5,403	Kg	
Recipiente	1,753	Kg	
W Material	3,650	Kg	
P.V.S.	1348,36	kg/m ³	
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg		BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI	
Rvisado por:		Elaborado por:	

Anexo 11

Resultados del peso volumétrico suelto y varillado del agregado grueso de la cantera

Calizas Huayco

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO- PEATONAL	
Fecha de ensayo	28 de agosto de 2020	
Fuente del agregado grueso	CANTERA CALIZAS HUAYCO	
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA (PESO VOLUMÉTRICO) (NTE INEN 858)		
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO		
Peso volumétrico suelto		
Volumen	0,0128	m ³
P.V.S.+ Recipiente	22,744	Kg
Recipiente	7,433	Kg
W Material	15,311	Kg
P.V.S.	1196,17	kg/m ³
Peso volumétrico varillado		
Volumen	0,0128	m ³
P.V.V.+ Recipiente	24,634	Kg
Recipiente	7,433	Kg
W Material	17,201	Kg
P.V.V.	1343,83	kg/m ³
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:		BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:

Anexo 12

Resultados del peso volumétrico suelto y varillado del agregado grueso de la cantera El

Tablazo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																																					
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO- PEATONAL																																					
Fecha de ensayo	25 de agosto de 2020																																					
Fuente del agregado grueso	CANTERA EL TABLAZO																																					
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA (PESO VOLUMÉTRICO) (NTE INEN 858)																																						
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center; font-weight: bold;">Peso volumétrico suelto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Volumen</td> <td style="text-align: center;">0,0128</td> <td style="text-align: center;">m³</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">P.V.S.+ Recipiente</td> <td style="text-align: center;">21,619</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Recipiente</td> <td style="text-align: center;">7,433</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Material</td> <td style="text-align: center;">14,186</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">P.V.S.</td> <td style="text-align: center;">1108,28</td> <td style="text-align: center;">kg/m³</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center; font-weight: bold;">Peso volumétrico varillado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Volumen</td> <td style="text-align: center;">0,0128</td> <td style="text-align: center;">m³</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">P.V.V.+ Recipiente</td> <td style="text-align: center;">23,564</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Recipiente</td> <td style="text-align: center;">7,433</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Material</td> <td style="text-align: center;">16,131</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">P.V.V.</td> <td style="text-align: center;">1260,23</td> <td style="text-align: center;">kg/m³</td> </tr> </tbody> </table>			Peso volumétrico suelto			Volumen	0,0128	m ³	P.V.S.+ Recipiente	21,619	Kg	Recipiente	7,433	Kg	W Material	14,186	Kg	P.V.S.	1108,28	kg/m ³	Peso volumétrico varillado			Volumen	0,0128	m ³	P.V.V.+ Recipiente	23,564	Kg	Recipiente	7,433	Kg	W Material	16,131	Kg	P.V.V.	1260,23	kg/m ³
Peso volumétrico suelto																																						
Volumen	0,0128	m ³																																				
P.V.S.+ Recipiente	21,619	Kg																																				
Recipiente	7,433	Kg																																				
W Material	14,186	Kg																																				
P.V.S.	1108,28	kg/m ³																																				
Peso volumétrico varillado																																						
Volumen	0,0128	m ³																																				
P.V.V.+ Recipiente	23,564	Kg																																				
Recipiente	7,433	Kg																																				
W Material	16,131	Kg																																				
P.V.V.	1260,23	kg/m ³																																				
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:		BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:																																				

Anexo 13

Resultados de la degradación del agregado grueso de la cantera El Tablazo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL															
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL															
Fecha de ensayo	10 de septiembre de 2020															
Fuente del agregado grueso	CANTERA EL TABLAZO															
ENSAYO DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LA DEGRADACIÓN (NTE INEN 860)																
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO																
Tamaño de las aberturas de tamiz (mm) (aberturas cuadradas)				Masa por tamaño indicada												
Pasante de		Retenido en		Gradación												
N°	mm	N°	mm	A	B	C	D									
1 1/2	37,5	1	25,0	1250 ± 25	-	-	-									
1	25,0	3/4	19,0	1250 ± 25	-	-	-									
3/4	19,0	1/2	12,5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-									
1/2	12,5	3/8	9,5	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-									
3/8	9,5	1/4	6,3	-	-	2500 ± 10	-									
1/4	6,3	N° 4	4,75	-	-	2500 ± 10	-									
N° 4	4,75	N° 8	2,36	-	-	-	5000 ± 10									
Peso total				5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10									
Número de esferas				12	11	8	6									
Número de revoluciones				500	500	500	500									
Tiempo de Rotación (mín)				15	15	15	15									
$\% \text{ Desgaste} = \frac{B - C}{B}$																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Gradación A</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">W Material kg</th> <th style="text-align: center;">W final Retenida kg</th> <th style="text-align: center;">Desgaste %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">5,000</td> <td style="text-align: center;">2,353</td> <td style="text-align: center;">52,94</td> </tr> </tbody> </table>								Gradación A			W Material kg	W final Retenida kg	Desgaste %	5,000	2,353	52,94
Gradación A																
W Material kg	W final Retenida kg	Desgaste %														
5,000	2,353	52,94														
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:				BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:												

Anexo 14

Resultados del contenido de humedad del agregado fino El Triunfo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																						
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																						
Fecha de ensayo	28 de agosto de 2020																						
Fuente del agregado fino	CANTERA EL TRIUNFO																						
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (NTE INEN 862)																							
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO																							
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Recipiente</td> <td style="text-align: center;">X2</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Recipiente</td> <td style="text-align: center;">98,50</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Material saturado + recipiente</td> <td style="text-align: center;">961,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Material seco + recipiente</td> <td style="text-align: center;">925,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Agua</td> <td style="text-align: center;">36,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">W Material seco</td> <td style="text-align: center;">826,50</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Humedad</td> <td style="text-align: center;">4,36</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </table>			Recipiente	X2		W Recipiente	98,50	gr	W Material saturado + recipiente	961,00	gr	W Material seco + recipiente	925,00	gr	W Agua	36,00	gr	W Material seco	826,50	gr	Humedad	4,36	%
Recipiente	X2																						
W Recipiente	98,50	gr																					
W Material saturado + recipiente	961,00	gr																					
W Material seco + recipiente	925,00	gr																					
W Agua	36,00	gr																					
W Material seco	826,50	gr																					
Humedad	4,36	%																					
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:	BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:																						

Anexo 15

Resultados del contenido de humedad del agregado fino El Tablazo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																						
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																						
Fecha de ensayo	25 de agosto de 2020																						
Fuente del agregado fino	CANTERA EL TABLAZO																						
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (NTE INEN 862)																							
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO FINO																							
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Recipiente</th> <th style="width: 20%;">C</th> <th style="width: 20%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>W Recipiente</td> <td style="text-align: center;">130,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W Material saturado + recipiente</td> <td style="text-align: center;">932,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W Material seco + recipiente</td> <td style="text-align: center;">918,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W Agua</td> <td style="text-align: center;">14,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W Material seco</td> <td style="text-align: center;">788,00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>Humedad</td> <td style="text-align: center;">1,78</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>			Recipiente	C		W Recipiente	130,00	gr	W Material saturado + recipiente	932,00	gr	W Material seco + recipiente	918,00	gr	W Agua	14,00	gr	W Material seco	788,00	gr	Humedad	1,78	%
Recipiente	C																						
W Recipiente	130,00	gr																					
W Material saturado + recipiente	932,00	gr																					
W Material seco + recipiente	918,00	gr																					
W Agua	14,00	gr																					
W Material seco	788,00	gr																					
Humedad	1,78	%																					
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:	BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:																						

Anexo 16

Resultados del contenido de humedad del agregado grueso Calizas Huayco

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																						
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																						
Fecha de ensayo	28 de agosto de 2020																						
Fuente del agregado grueso	CANTERA CALIZAS HUAYCO																						
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (NTE INEN 862)																							
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO																							
<table border="1"><thead><tr><th>Recipiente</th><th>V2</th><th></th></tr></thead><tbody><tr><td>W Recipiente</td><td>125,60</td><td>gr</td></tr><tr><td>W Material saturado + recipiente</td><td>1067,00</td><td>gr</td></tr><tr><td>W Material seco + recipiente</td><td>1048,00</td><td>gr</td></tr><tr><td>W Agua</td><td>19,00</td><td>gr</td></tr><tr><td>W Material seco</td><td>922,40</td><td>gr</td></tr><tr><td>Humedad</td><td>2,06</td><td>%</td></tr></tbody></table>			Recipiente	V2		W Recipiente	125,60	gr	W Material saturado + recipiente	1067,00	gr	W Material seco + recipiente	1048,00	gr	W Agua	19,00	gr	W Material seco	922,40	gr	Humedad	2,06	%
Recipiente	V2																						
W Recipiente	125,60	gr																					
W Material saturado + recipiente	1067,00	gr																					
W Material seco + recipiente	1048,00	gr																					
W Agua	19,00	gr																					
W Material seco	922,40	gr																					
Humedad	2,06	%																					
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:	BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:																						

Anexo 17

Resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																						
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO, Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																						
Fecha de ensayo	25 de agosto de 2020																						
Fuente del agregado grueso	CANTERA EL TABLAZO																						
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (NTE INEN 862)																							
CARÁCTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO																							
<table border="1"><thead><tr><th>Recipiente</th><th>V1</th><th></th></tr></thead><tbody><tr><td>W Recipiente</td><td>120,20</td><td>gr</td></tr><tr><td>W Material saturado + recipiente</td><td>828,00</td><td>gr</td></tr><tr><td>W Material seco + recipiente</td><td>825,00</td><td>gr</td></tr><tr><td>W Agua</td><td>3,00</td><td>gr</td></tr><tr><td>W Material seco</td><td>704,80</td><td>gr</td></tr><tr><td>Humedad</td><td>0,43</td><td>%</td></tr></tbody></table>			Recipiente	V1		W Recipiente	120,20	gr	W Material saturado + recipiente	828,00	gr	W Material seco + recipiente	825,00	gr	W Agua	3,00	gr	W Material seco	704,80	gr	Humedad	0,43	%
Recipiente	V1																						
W Recipiente	120,20	gr																					
W Material saturado + recipiente	828,00	gr																					
W Material seco + recipiente	825,00	gr																					
W Agua	3,00	gr																					
W Material seco	704,80	gr																					
Humedad	0,43	%																					
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:	BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:																						

Anexo 18

Resultado de la densidad del cemento hidráulico por desempeño Tipo GU

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																
Fecha de ensayo																	
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRÁULICO (NTE INEN 156)																	
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO GU																	
<table border="1"><tr><td>Lectura inicial</td><td>0,000000</td><td>m³</td></tr><tr><td>Lectura final</td><td>0,0000205</td><td>cm³</td></tr><tr><td>Masa del cemento</td><td>0,06</td><td>kg</td></tr><tr><td>Volumen del cemento</td><td>0,000021</td><td>m³</td></tr><tr><td>Densidad del cemento</td><td>2926,83</td><td>kg/m³</td></tr></table>			Lectura inicial	0,000000	m ³	Lectura final	0,0000205	cm ³	Masa del cemento	0,06	kg	Volumen del cemento	0,000021	m ³	Densidad del cemento	2926,83	kg/m ³
Lectura inicial	0,000000	m ³															
Lectura final	0,0000205	cm ³															
Masa del cemento	0,06	kg															
Volumen del cemento	0,000021	m ³															
Densidad del cemento	2926,83	kg/m ³															
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:		BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:															

Anexo 19

Resultado de la densidad del cemento hidráulico por desempeño Tipo HE

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																								
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																								
Fecha de ensayo																									
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRÁULICO (NTE INEN 156)																									
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO HE																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Masa del frasco de le chatelier + gasolina</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">325,30</td> <td style="width: 20%; text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Lectura inicial</td> <td style="text-align: center;">0,90</td> <td style="text-align: center;">cm³</td> </tr> <tr> <td>Masa del frasco de le chatelier + gasolina + cemento</td> <td style="text-align: center;">387,90</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Lectura final</td> <td style="text-align: center;">21,90</td> <td style="text-align: center;">cm³</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Masa del cemento</td> <td style="text-align: center;">62,60</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Volumen del cemento</td> <td style="text-align: center;">21,00</td> <td style="text-align: center;">cm³</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Densidad del cemento</td> <td style="text-align: center;">2,98</td> <td style="text-align: center;">gr/cm³</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2980,95</td> <td style="text-align: center;">kg/m³</td> </tr> </table>			Masa del frasco de le chatelier + gasolina	325,30	gr	Lectura inicial	0,90	cm ³	Masa del frasco de le chatelier + gasolina + cemento	387,90	gr	Lectura final	21,90	cm ³	Masa del cemento	62,60	gr	Volumen del cemento	21,00	cm ³	Densidad del cemento	2,98	gr/cm ³	2980,95	kg/m ³
Masa del frasco de le chatelier + gasolina	325,30	gr																							
Lectura inicial	0,90	cm ³																							
Masa del frasco de le chatelier + gasolina + cemento	387,90	gr																							
Lectura final	21,90	cm ³																							
Masa del cemento	62,60	gr																							
Volumen del cemento	21,00	cm ³																							
Densidad del cemento	2,98	gr/cm ³																							
	2980,95	kg/m ³																							
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:	BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:																								

Anexo 20

Resultado de la consistencia normal del cemento hidráulico por desempeño Tipo GU

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL													
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL													
Fecha de ensayo														
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA NORMAL, MÉTODO DE VICAT (NTE INEN 157)														
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO GU														
<table border="1"><tr><td>Masa del cemento</td><td>500</td><td>gr</td></tr><tr><td>Masa del agua</td><td>150</td><td>gr</td></tr><tr><td>Penetración</td><td>11</td><td>mm</td></tr><tr><td>Consistencia</td><td>30</td><td>%</td></tr></table>			Masa del cemento	500	gr	Masa del agua	150	gr	Penetración	11	mm	Consistencia	30	%
Masa del cemento	500	gr												
Masa del agua	150	gr												
Penetración	11	mm												
Consistencia	30	%												
Temperatura del agua	20	°C												
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg	BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI													
Revisado por:	Elaborado por:													

Anexo 21

Resultado de la consistencia normal del cemento hidráulico por desempeño Tipo HE

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL													
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL													
Fecha de ensayo														
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA NORMAL, MÉTODO DE VICAT (NTE INEN 157)														
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO HE														
<table border="1"><tr><td>Masa del cemento</td><td>650</td><td>gr</td></tr><tr><td>Masa del agua</td><td>182</td><td>gr</td></tr><tr><td>Penetración</td><td>9</td><td>mm</td></tr><tr><td>Consistencia</td><td>28</td><td>%</td></tr></table>			Masa del cemento	650	gr	Masa del agua	182	gr	Penetración	9	mm	Consistencia	28	%
Masa del cemento	650	gr												
Masa del agua	182	gr												
Penetración	9	mm												
Consistencia	28	%												
Temperatura del agua	21	°C												
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg	BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI													
Rvisado por:	Elaborado por:													

Anexo 22

Resultado del Diseño de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso

Calizas Huayco) con cemento GU

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																					
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO, Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																					
Fecha de ensayo	29 de diciembre de 2020																					
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO GU																						
1. DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN (AGREGADO FINO EL TRIUNFO Y AGREGADO GRUESO CALIZAS HUAYCO)																						
Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa	2. Revenimiento según el tipo de construcción																				
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipos de construcción</th> <th colspan="2">Revenimiento (cm)</th> </tr> <tr> <th>máximo</th> <th>mínimo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.</td> <td style="text-align: center;">7,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Vigas y muros reforzados</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Columnas para edificios</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Pavimentos y losas</td> <td style="text-align: center;">7,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Concretos masivos</td> <td style="text-align: center;">7,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> </tbody> </table>	Tipos de construcción	Revenimiento (cm)		máximo	mínimo	Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7,5	2,5	Vigas y muros reforzados	10	2,5	Columnas para edificios	10	2,5	Pavimentos y losas	7,5	2,5	Concretos masivos	7,5	2,5
Tipos de construcción	Revenimiento (cm)																					
	máximo	mínimo																				
Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7,5	2,5																				
Vigas y muros reforzados	10	2,5																				
Columnas para edificios	10	2,5																				
Pavimentos y losas	7,5	2,5																				
Concretos masivos	7,5	2,5																				
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,3$																					
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,10 f'_c + 5,0$																					
1. Resistencia a la compresión requerida																						
f'_c	Adición		f'_{cr}																			
kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²	kg/cm ²																			
300	8,3	85	385																			
3. Cantidad aproximada de agua de mezclado y contenido de aire																						
Tamaño máximo del agregado de 19 mm o 3/4"																						
Tamaño máximo del agregado grueso (mm)																						
Revenimiento (cm)	9,5	12,5	19	25	38	50	75	150														
Concreto sin aire incluido																						
2,5 - 5	207	199	190	179	166	154	130	113														
7,5 - 10	228	216	205	193	181	169	145	124														
15 - 17,5	243	228	216	202	190	178	160	-														
% de Aire aproximado	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2														
Concreto con aire incluido																						
2,5 - 5	181	175	168	160	150	142	122	107														
7,5 - 10	202	193	184	175	165	157	133	115														
15 - 17,5	216	205	197	184	174	166	154	-														
Promedio de aire a incluir según el tiempo a exposición (%)																						
Exposición ligera	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1														
Exposición moderada	6	5,5	5	4,5	4,5	4	3,5	3														
Exposición severa	7,5	7	6	5,5	5,5	5	4,5	4														
4. Relación a/c (agua/cemento)				5. Contenido de cemento por unidad de volumen																		
F'_c	Concreto sin aire incluido		Concreto con aire incluido		Agua de mezclado	Relación a/c	Contenido de cemento															
kg/cm ²					kg/m ³		kg/m ³															
422	0,41		-		205	0,45	458,24															
352	0,48		0,4																			
281	0,57		0,48																			
211	0,68		0,59																			
141	0,82		0,74																			
Resistencia a la compresión requerida	385		a/c		0,45																	
6. N° de sacos de cemento																						
Contenido de cemento			1 Saco		N° Sacos de cemento																	
kg/m ³			kg		m ³																	
458,24			50,00		9,16																	

7. Volumen del agregado grueso				
Módulo de finura del agregado fino de 2,4				
Tamaño máximo del agregado grueso de 19 mm o 3/4"				
Tamaño máximo del agregado grueso	Módulo de finura del agregado fino			
	2,4	2,6	2,8	3
9,5 mm	0,5	0,48	0,46	0,44
12,5 mm	0,59	0,57	0,55	0,53
19 mm	0,66	0,64	0,62	0,6
25 mm	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5 mm	0,75	0,73	0,71	0,69
50 mm	0,78	0,76	0,74	0,72
75 mm	0,82	0,8	0,78	0,76
150 mm	0,87	0,85	0,83	0,81

8. Peso del agregado grueso		
Peso volumétrico varillado del agregado grueso de 1343,83 kg/m ³		
Volumen	P.V.V	Peso
m ³	kg/m ³	kg
0,66	1343,83	886,93

9. Volumen del agregado fino			
Densidad del agua de 1000 kg/cm ³			
Densidad del cemento de 2926,83 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado fino de 2631,58 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado grueso de 2408,19 kg/cm ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Agregado fino	2631,58	658,26	0,250
Agregado grueso	2408,19	886,93	0,368
			1

10. Peso del agregado fino			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Agregado fino	2631,58	658,26	0,250
Agregado grueso	2408,19	886,93	0,368
			1

10. Corrección por contenido de humedad y absorción							
Material	Peso	Humedad	Corrección	Absorción	Corrección	Diferencia	W corregido
Unidad	kg	%		%		kg	kg
Agua	205,00					-8,857	213,857
Agregado fino	658,26	4,36	28,672	2,39	15,753	12,919	671,18
Agregado grueso	886,93	2,06	18,269	4,52	40,045	-21,776	865,15

11. Peso y volumen de los materiales en un m ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	213,86	0,214
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Agregado fino	2631,58	671,18	0,255
Agregado grueso	2408,19	865,15	0,359
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2208,43	1

12. Datos de cilindros							
Cilindros	π	Radio	Área	Altura	Volumen	Desperdicio	Volumen Total
N°		m	m ²	m	m ³	10%	m ³
10	3,142	0,075	0,018	0,300	0,053	0,005	0,058

13. Peso y volumen de los materiales para 10 cilindros					
Material	Volumen	Volumen	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	m ³	m ³	kg/m ³	kg	m ³
Aire	0,020	0,0583			0,001
Agua	0,214		1000,00	12,41	0,012
Cemento	0,157		2926,83	26,60	0,009
Agregado fino	0,255		2631,58	38,96	0,015
Agregado grueso	0,359		2408,19	50,21	0,021
	1		Peso en kg para 10 cilindros	128,18	0,0583

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

Anexo 23

Resultado del Diseño de mezcla con Agregado fino El Triunfo Y Agregado grueso El

Tablazo con cemento GU

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																					
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO, Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																					
Fecha de ensayo	29 de diciembre de 2020																					
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO GU																						
2. DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO FINO EL TRIUNFO Y AGREGADO GRUESO EL TABLAZO																						
Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa	2. Revenimiento según el tipo de construcción																				
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipos de construcción</th> <th colspan="2">Revenimiento (cm)</th> </tr> <tr> <th>máximo</th> <th>mínimo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.</td> <td style="text-align: center;">7,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Vigas y muros reforzados</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Columnas para edificios</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Pavimentos y losas</td> <td style="text-align: center;">7,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Concretos masivos</td> <td style="text-align: center;">7,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> </tbody> </table>	Tipos de construcción	Revenimiento (cm)		máximo	mínimo	Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7,5	2,5	Vigas y muros reforzados	10	2,5	Columnas para edificios	10	2,5	Pavimentos y losas	7,5	2,5	Concretos masivos	7,5	2,5
Tipos de construcción	Revenimiento (cm)																					
	máximo	mínimo																				
Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7,5	2,5																				
Vigas y muros reforzados	10	2,5																				
Columnas para edificios	10	2,5																				
Pavimentos y losas	7,5	2,5																				
Concretos masivos	7,5	2,5																				
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,3$																					
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,10 f'_c + 5,0$																					
1. Resistencia a la compresión requerida																						
f'_c	Adición		f'_{cr}																			
kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²	kg/cm ²																			
300	8,3	85	385																			
3. Cantidad aproximada de agua de mezclado y contenido de aire																						
Tamaño máximo del agregado de 19 mm o 3/4"																						
Tamaño máximo del agregado grueso (mm)																						
Revenimiento (cm)	9,5	12,5	19	25	38	50	75	150														
Concreto sin aire incluido																						
2,5 - 5	207	199	190	179	166	154	130	113														
7,5 - 10	228	216	205	193	181	169	145	124														
15 - 17,5	243	228	216	202	190	178	160	-														
% de Aire aproximado	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2														
Concreto con aire incluido																						
2,5 - 5	181	175	168	160	150	142	122	107														
7,5 - 10	202	193	184	175	165	157	133	115														
15 - 17,5	216	205	197	184	174	166	154	-														
Promedio de aire a incluir según el tiempo a exposición (%)																						
Exposición ligera	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1														
Exposición moderada	6	5,5	5	4,5	4,5	4	3,5	3														
Exposición severa	7,5	7	6	5,5	5,5	5	4,5	4														
4. Relación a/c (agua/cemento)				5. Contenido de cemento por unidad de volumen																		
F'_c	Concreto sin aire incluido		Concreto con aire incluido		Agua de mezclado	Relación a/c	Contenido de cemento															
kg/cm ²					kg/m ³		kg/m ³															
422	0,41		-		205	0,45	458,24															
352	0,48		0,4																			
281	0,57		0,48																			
211	0,68		0,59																			
141	0,82		0,74																			
Resistencia a la compresión requerida	385		a/c		0,45																	
6. N° de sacos de cemento																						
Contenido de cemento			1 Saco		N° Sacos de cemento																	
kg/m ³			kg		m ³																	
458,24			50,00		9,16																	

7. Volumen del agregado grueso				
Módulo de finura del agregado fino de 2,4				
Tamaño máximo del agregado grueso de 19 mm o 3/4"				
Tamaño máximo del agregado grueso	Módulo de finura del agregado fino			
	2,4	2,6	2,8	3
9,5 mm	0,5	0,48	0,46	0,44
12,5 mm	0,59	0,57	0,55	0,53
19 mm	0,66	0,64	0,62	0,6
25 mm	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5 mm	0,75	0,73	0,71	0,69
50 mm	0,78	0,76	0,74	0,72
75 mm	0,82	0,8	0,78	0,76
150 mm	0,87	0,85	0,83	0,81

8. Peso del agregado grueso		
Peso volumétrico varillado del agregado grueso de 1260,23 kg/m ³		
Volumen	P.V.V	Peso
m ³	kg/m ³	kg
0,66	1260,23	831,75

9. Volumen del agregado fino			
Densidad del agua de 1000 kg/cm ³			
Densidad del cemento de 2926,83 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado fino de 2631,58 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado grueso de 2164,50 kg/cm ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Agregado fino	2631,58	616,22	0,234
Agregado grueso	2164,50	831,75	0,384
			1

10. Peso del agregado fino			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Agregado fino	2631,58	616,22	0,234
Agregado grueso	2164,50	831,75	0,384
			1

10. Corrección por contenido de humedad y absorción							
Material	Peso	Humedad	Corrección	Absorción	Corrección	Diferencia	W corregido
Unidad	kg	%		%		kg	kg
Agua	205,00					-25,752	230,752
Agregado fino	616,22	4,36	26,841	2,39	14,747	12,094	628,31
Agregado grueso	831,75	0,43	3,540	4,98	41,386	-37,845	793,91

11. Peso y volumen de los materiales en un m ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	230,75	0,231
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Agregado fino	2631,58	628,31	0,239
Agregado grueso	2164,50	793,91	0,367
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2111,22	1

12. Datos de cilindros							
Cilindros	π	Radio	Área	Altura	Volumen	Desperdicio	Volumen Total
N°		m	m ²	m	m ³	10%	m ³
10	3,142	0,075	0,018	0,300	0,053	0,005	0,058

13. Peso y volumen de los materiales para 10 cilindros					
Material	Volumen	Volumen	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	m ³	m ³	kg/m ³	kg	m ³
Aire	0,020	0,058			0,001
Agua	0,231		1000,00	13,29	0,013
Cemento	0,157		2926,83	26,38	0,009
Agregado fino	0,239		2631,58	36,18	0,014
Agregado grueso	0,367		2164,50	45,71	0,021
	1		Peso en kg para 10 cilindros	121,55	0,058

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

Anexo 24

Resultado del Diseño de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso

Calizas Huayco con cemento GU

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																					
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO, Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																					
Fecha de ensayo	29 de diciembre de 2020																					
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO GU																						
3. DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO FINO EL TABLAZO Y AGREGADO GRUESO CALIZAS HUAYCO																						
Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa	2. Revenimiento según el tipo de construcción																				
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipos de construcción</th> <th colspan="2">Revenimiento (cm)</th> </tr> <tr> <th>máximo</th> <th>mínimo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.</td> <td style="text-align: center;">7,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Vigas y muros reforzados</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Columnas para edificios</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Pavimentos y losas</td> <td style="text-align: center;">7,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> <tr> <td>Concretos masivos</td> <td style="text-align: center;">7,5</td> <td style="text-align: center;">2,5</td> </tr> </tbody> </table>	Tipos de construcción	Revenimiento (cm)		máximo	mínimo	Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7,5	2,5	Vigas y muros reforzados	10	2,5	Columnas para edificios	10	2,5	Pavimentos y losas	7,5	2,5	Concretos masivos	7,5	2,5
Tipos de construcción	Revenimiento (cm)																					
	máximo	mínimo																				
Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7,5	2,5																				
Vigas y muros reforzados	10	2,5																				
Columnas para edificios	10	2,5																				
Pavimentos y losas	7,5	2,5																				
Concretos masivos	7,5	2,5																				
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,3$																					
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,10 f'_c + 5,0$																					
1. Resistencia a la compresión requerida																						
f'_c	Adición	f'_{cr}																				
kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²																				
300	8,3	85																				
		385																				
3. Cantidad aproximada de agua de mezclado y contenido de aire																						
Tamaño máximo del agregado de 19 mm o 3/4"																						
Tamaño máximo del agregado grueso (mm)																						
Revenimiento (cm)	9,5	12,5																				
	19	25																				
	38	50																				
	75	150																				
Concreto sin aire incluido																						
2,5 - 5	207	199																				
	190	179																				
7,5 - 10	228	216																				
	205	193																				
15 - 17,5	243	228																				
	216	202																				
% de Aire aproximado	3	2,5																				
	2	1,5																				
	1	0,5																				
	0,3	0,2																				
Concreto con aire incluido																						
2,5 - 5	181	175																				
	168	160																				
7,5 - 10	202	193																				
	184	175																				
15 - 17,5	216	205																				
	197	184																				
Promedio de aire a incluir según el tiempo a exposición (%)																						
Exposición ligera	4,5	4																				
	3,5	3																				
Exposición moderada	6	5,5																				
	5	4,5																				
Exposición severa	7,5	7																				
	6	5,5																				
	5	4,5																				
	4	3																				
	3	2,5																				
	2	1,5																				
	1	0,5																				
	0,5	0,2																				
4. Relación a/c (agua/cemento)																						
F'_c	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido																				
kg/cm ²																						
422	0,41	-																				
352	0,48	0,4																				
281	0,57	0,48																				
211	0,68	0,59																				
141	0,82	0,74																				
Resistencia a la compresión requerida	385	a/c																				
		0,45																				
5. Contenido de cemento por unidad de volumen																						
Agua de mezclado	Relación a/c	Contenido de cemento																				
kg/m ³		kg/m ³																				
205	0,45	458,24																				
6. N° de sacos de cemento																						
Contenido de cemento	1 Saco	N° Sacos de cemento																				
kg/m ³	kg	m ³																				
458,24	50,00	9,16																				

7. Volumen del agregado grueso				
Módulo de finura del agregado fino de 2,4				
Tamaño máximo del agregado grueso de 19 mm o 3/4"				
Tamaño máximo del agregado grueso	Módulo de finura del agregado fino			
	2,4	2,6	2,8	3
9,5 mm	0,5	0,48	0,46	0,44
12,5 mm	0,59	0,57	0,55	0,53
19 mm	0,66	0,64	0,62	0,6
25 mm	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5 mm	0,75	0,73	0,71	0,69
50 mm	0,78	0,76	0,74	0,72
75 mm	0,82	0,8	0,78	0,76
150 mm	0,87	0,85	0,83	0,81

8. Peso del agregado grueso		
Peso volumétrico varillado del agregado grueso de 1343,83 kg/m ³		
Volumen	P.V.V	Peso
m ³	kg/m ³	kg
0,62	1343,83	833,17

9. Volumen del agregado fino			
Densidad del agua de 1000 kg/cm ³			
Densidad del cemento de 2926,83 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado fino de 2487,56 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado grueso de 2408,19 kg/cm ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Agregado fino	2487,56	677,76	0,272
Agregado grueso	2408,19	833,17	0,346
			1

10. Peso del agregado fino			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Agregado fino	2487,56	677,76	0,272
Agregado grueso	2408,19	833,17	0,346
			1

10. Corrección por contenido de humedad y absorción							
Material	Peso	Humedad	Corrección	Absorción	Corrección	Diferencia	W corregido
Unidad	kg	%		%		kg	kg
Agua	205,00					-30,955	235,955
Agregado fino	677,76	1,78	12,041	3,33	22,540	-10,499	667,26
Agregado grueso	833,17	2,06	17,162	4,52	37,618	-20,456	812,72

11. Peso y volumen de los materiales en un m ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	235,96	0,236
Cemento	2926,83	458,24	0,157
Agregado fino	2487,56	667,26	0,268
Agregado grueso	2408,19	812,72	0,337
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2174,17	1

12. Datos de cilindros							
Cilindros	π	Radio	Área	Altura	Volumen	Desperdicio	Volumen Total
N°		m	m ²	m	m ³	10%	m ³
10	3,142	0,075	0,018	0,300	0,053	0,005	0,058

13. Peso y volumen de los materiales para 10 cilindros					
Material	Volumen	Volumen	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	m ³	m ³	kg/m ³	kg	m ³
Aire	0,020	0,058			0,001
Agua	0,236		1000,00	13,51	0,014
Cemento	0,157		2926,83	26,24	0,009
Agregado fino	0,268		2487,56	38,21	0,015
Agregado grueso	0,337		2408,19	46,55	0,019
	1		Peso en kg para 10 cilindros	124,52	0,058

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

Anexo 25

Resultado del Diseño de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso

Calizas Huayco) con cemento HE

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																							
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO, Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																						
Fecha de ensayo	12 de enero de 2021																						
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO HE																							
4. DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN (AGREGADO FINO EL TRIUNFO Y AGREGADO GRUESO CALIZAS HUAYCO)																							
Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa		2. Revenimiento según el tipo de construcción																				
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipos de construcción</th> <th colspan="2">Revenimiento (cm)</th> </tr> <tr> <th>máximo</th> <th>mínimo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.</td> <td>7,5</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>Vigas y muros reforzados</td> <td>10</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>Columnas para edificios</td> <td>10</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>Pavimentos y losas</td> <td>7,5</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>Concretos masivos</td> <td>7,5</td> <td>2,5</td> </tr> </tbody> </table>	Tipos de construcción	Revenimiento (cm)		máximo	mínimo	Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7,5	2,5	Vigas y muros reforzados	10	2,5	Columnas para edificios	10	2,5	Pavimentos y losas	7,5	2,5	Concretos masivos	7,5	2,5
Tipos de construcción	Revenimiento (cm)																						
	máximo	mínimo																					
Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7,5	2,5																					
Vigas y muros reforzados	10	2,5																					
Columnas para edificios	10	2,5																					
Pavimentos y losas	7,5	2,5																					
Concretos masivos	7,5	2,5																					
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,3$																						
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,10 f'_c + 5,0$																						
1. Resistencia a la compresión requerida																							
f'_c	Adición		f'_{cr}																				
kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²	kg/cm ²																				
300	8,3	85	385																				
3. Cantidad aproximada de agua de mezclado y contenido de aire																							
Tamaño máximo del agregado de 19 mm o 3/4"																							
Tamaño máximo del agregado grueso (mm)																							
Revenimiento (cm)	9,5	12,5	19	25	38	50	75	150															
Concreto sin aire incluido																							
2,5 - 5	207	199	190	179	166	154	130	113															
7,5 - 10	228	216	205	193	181	169	145	124															
15 - 17,5	243	228	216	202	190	178	160	-															
% de Aire aproximado	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2															
Concreto con aire incluido																							
2,5 - 5	181	175	168	160	150	142	122	107															
7,5 - 10	202	193	184	175	165	157	133	115															
15 - 17,5	216	205	197	184	174	166	154	-															
Promedio de aire a incluir según el tiempo a exposición (%)																							
Exposición ligera	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1															
Exposición moderada	6	5,5	5	4,5	4,5	4	3,5	3															
Exposición severa	7,5	7	6	5,5	5,5	5	4,5	4															
4. Relación a/c (agua/cemento)				5. Contenido de cemento por unidad de volumen																			
F'_c	Concreto sin aire incluido		Concreto con aire incluido	Agua de mezclado	Relación a/c	Contenido de cemento																	
kg/cm ²				kg/m ³		kg/m ³																	
422	0,41		-	205	0,45	458,24																	
352	0,48		0,4																				
281	0,57		0,48																				
211	0,68		0,59																				
141	0,82		0,74																				
Resistencia a la compresión requerida	385		a/c	0,45																			
				6. N° de sacos de cemento																			
Contenido de cemento		1 Saco	N° Sacos de cemento																				
kg/m ³		kg	m ³																				
458,24		50,00	9,16																				

7. Volumen del agregado grueso				
Módulo de finura del agregado fino de 2,4				
Tamaño máximo del agregado grueso de 19 mm o 3/4"				
Tamaño máximo del agregado grueso	Módulo de finura del agregado fino			
	2,4	2,6	2,8	3
9,5 mm	0,5	0,48	0,46	0,44
12,5 mm	0,59	0,57	0,55	0,53
19 mm	0,66	0,64	0,62	0,6
25 mm	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5 mm	0,75	0,73	0,71	0,69
50 mm	0,78	0,76	0,74	0,72
75 mm	0,82	0,8	0,78	0,76
150 mm	0,87	0,85	0,83	0,81

8. Peso del agregado grueso		
Peso volumétrico varillado del agregado grueso de 1343,83 kg/m ³		
Volumen	P.V.V	Peso
m ³	kg/m ³	kg
0,66	1343,83	886,93

9. Volumen del agregado fino			
Densidad del agua de 1000 kg/cm ³			
Densidad del cemento de 2980,95 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado fino de 2631,58 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado grueso de 2408,19 kg/cm ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58	665,74	0,253
Agregado grueso	2408,19	886,93	0,368
			1

10. Peso del agregado fino			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58	665,74	0,253
Agregado grueso	2408,19	886,93	0,368
			1

10. Corrección por contenido de humedad y absorción							
Material	Peso	Humedad	Corrección	Absorción	Corrección	Diferencia	W corregido
Unidad	kg	%		%		kg	kg
Agua	205,00					-8,710	213,710
Agregado fino	665,74	4,36	28,998	2,39	15,932	13,066	678,81
Agregado grueso	886,93	2,06	18,269	4,52	40,045	-21,776	865,15

11. Peso y volumen de los materiales en un m ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	213,71	0,214
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58	678,81	0,258
Agregado grueso	2408,19	865,15	0,359
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2215,91	1

12. Datos de cilindros							
Cilindros	π	Radio	Área	Altura	Volumen	Desperdicio	Volumen Total
N°		m	m ²	m	m ³	10%	m ³
10	3,142	0,075	0,018	0,300	0,053	0,005	0,058

13. Peso y volumen de los materiales para 10 cilindros					
Material	Volumen	Volumen	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	m ³	m ³	kg/m ³	kg	m ³
Aire	0,020	0,058			0,001
Agua	0,214		1000,00	12,41	0,012
Cemento	0,154		2980,95	26,60	0,009
Agregado fino	0,258		2631,58	39,40	0,015
Agregado grueso	0,359		2408,19	50,22	0,021
	1		Peso en kg para 10 cilindros	128,63	0,058

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

Anexo 26

Resultado del Diseño de mezcla con Agregado fino El Triunfo Y Agregado grueso El

Tablazo con cemento HE

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL																					
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO, Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL																					
Fecha de ensayo																						
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO HE																						
5. DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO FINO EL TRIUNFO Y AGREGADO GRUESO EL TABLAZO																						
Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa	2. Revenimiento según el tipo de construcción																				
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipos de construcción</th> <th colspan="2">Revenimiento (cm)</th> </tr> <tr> <th>máximo</th> <th>mínimo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.</td> <td style="background-color: #ffffcc;">7,5</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>Vigas y muros reforzados</td> <td>10</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>Columnas para edificios</td> <td>10</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>Pavimentos y losas</td> <td>7,5</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>Concretos masivos</td> <td>7,5</td> <td>2,5</td> </tr> </tbody> </table>	Tipos de construcción	Revenimiento (cm)		máximo	mínimo	Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7,5	2,5	Vigas y muros reforzados	10	2,5	Columnas para edificios	10	2,5	Pavimentos y losas	7,5	2,5	Concretos masivos	7,5	2,5
Tipos de construcción	Revenimiento (cm)																					
	máximo		mínimo																			
Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.	7,5	2,5																				
Vigas y muros reforzados	10	2,5																				
Columnas para edificios	10	2,5																				
Pavimentos y losas	7,5	2,5																				
Concretos masivos	7,5	2,5																				
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,3$																					
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,10 f'_c + 5,0$																					
1. Resistencia a la compresión requerida																						
f'_c	Adición	f'_{cr}																				
kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²																				
300	8,3	85																				
		385																				
3. Cantidad aproximada de agua de mezclado y contenido de aire																						
Tamaño máximo del agregado de 19 mm o 3/4"																						
Tamaño máximo del agregado grueso (mm)																						
Revenimiento (cm)	9,5	12,5	19	25	38	50	75	150														
Concreto sin aire incluido																						
2,5 - 5	207	199	190	179	166	154	130	113														
7,5 - 10	228	216	205	193	181	169	145	124														
15 - 17,5	243	228	216	202	190	178	160	-														
% de Aire aproximado	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2														
Concreto con aire incluido																						
2,5 - 5	181	175	168	160	150	142	122	107														
7,5 - 10	202	193	184	175	165	157	133	115														
15 - 17,5	216	205	197	184	174	166	154	-														
Promedio de aire a incluir según el tiempo a exposición (%)																						
Exposición ligera	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1														
Exposición moderada	6	5,5	5	4,5	4,5	4	3,5	3														
Exposición severa	7,5	7	6	5,5	5,5	5	4,5	4														
4. Relación a/c (agua/cemento)			5. Contenido de cemento por unidad de volumen																			
F'_c	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido	Agua de mezclado	Relación a/c	Contenido de cemento																	
kg/cm ²			kg/m ³		kg/m ³																	
422	0,41	-	205	0,45	458,24																	
352	0,48	0,4																				
281	0,57	0,48																				
211	0,68	0,59																				
141	0,82	0,74																				
Resistencia a la compresión requerida	385	a/c	0,45																			
			6. N° de sacos de cemento																			
			Contenido de cemento	1 Saco	N° Sacos de cemento																	
			kg/m ³	kg	m ³																	
			458,24	50,00	9,16																	

7. Volumen del agregado grueso				
Módulo de finura del agregado fino de 2,4				
Tamaño máximo del agregado grueso de 19 mm o 3/4"				
Tamaño máximo del agregado grueso	Módulo de finura del agregado fino			
	2,4	2,6	2,8	3
9,5 mm	0,5	0,48	0,46	0,44
12,5 mm	0,59	0,57	0,55	0,53
19 mm	0,66	0,64	0,62	0,6
25 mm	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5 mm	0,75	0,73	0,71	0,69
50 mm	0,78	0,76	0,74	0,72
75 mm	0,82	0,8	0,78	0,76
150 mm	0,87	0,85	0,83	0,81

8. Peso del agregado grueso		
Peso volumétrico varillado del agregado grueso de 1260,23 kg/m ³		
Volumen	P.V.V	Peso
m ³	kg/m ³	kg
0,66	1260,23	831,75

9. Volumen del agregado fino			
Densidad del agua de 1000 kg/cm ³			
Densidad del cemento de 2980,95 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado fino de 2631,58 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado grueso de 2164,50 kg/cm ³			
	Densidad	Peso	Volumen
	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58		0,237
Agregado grueso	2164,50	831,75	0,384
			1

10. Peso del agregado fino			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58	623,70	0,237
Agregado grueso	2164,50	831,75	0,384
			1

	Densidad	Peso	Volumen
	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58		0,237
Agregado grueso	2164,50	831,75	0,384
			1

10. Corrección por contenido de humedad y absorción							
Material	Peso	Humedad	Corrección	Absorción	Corrección	Diferencia	W corregido
Unidad	kg	%		%		kg	kg
Agua	205,00					-25,605	230,605
Agregado fino	623,70	4,36	27,167	2,39	14,926	12,240	635,94
Agregado grueso	831,75	0,43	3,540	4,98	41,386	-37,845	793,91

11. Peso y volumen de los materiales en un m ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	230,60	0,231
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58	635,94	0,242
Agregado grueso	2164,50	793,91	0,367
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2118,70	1

12. Datos de cilindros							
Cilindros	π	Radio	Área	Altura	Volumen	Desperdicio	Volumen Total
N°		m	m ²	m	m ³	10%	m ³
10	3,142	0,075	0,018	0,300	0,053	0,005	0,058

13. Peso y volumen de los materiales para 10 cilindros					
Material	Volumen	Volumen	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	m ³	m ³	kg/m ³	kg	m ³
Aire	0,020	0,058			0,001
Agua	0,231		1000,00	13,28	0,013
Cemento	0,154		2980,95	26,39	0,009
Agregado fino	0,242		2631,58	36,62	0,014
Agregado grueso	0,367		2164,50	45,71	0,021
	1		Peso en kg para 10 cilindros	122,00	0,058

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

Anexo 27

Resultado del Diseño de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso

Calizas Huayco con cemento HE

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO, Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL		
Fecha de ensayo	12 de enero de 2021		
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO HE			
6. DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO FINO EL TABLAZO Y AGREGADO GRUESO CALIZAS HUAYCO			
Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa		2. Revenimiento según el tipo de construcción
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$		Tipos de construcción
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,3$		Revenimiento (cm)
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,10 f'_c + 5,0$		máximo
			mínimo
			Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.
			Vigas y muros reforzados
			Columnas para edificios
			Pavimentos y losas
			Concretos masivos
1. Resistencia a la compresión requerida			
f'_c	Adición		f'_{cr}
kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²	kg/cm ²
300	8,3	85	385
3. Cantidad aproximada de agua de mezclado y contenido de aire			
Tamaño máximo del agregado de 19 mm o 3/4"			
Tamaño máximo del agregado grueso (mm)			
Revenimiento (cm)	9,5	12,5	19
			25
			38
			50
			75
			150
Concreto sin aire incluido			
2,5 - 5	207	199	190
7,5 - 10	228	216	205
15 - 17,5	243	228	216
% de Aire aproximado	3	2,5	2
			1,5
			1
			0,5
			0,3
			0,2
Concreto con aire incluido			
2,5 - 5	181	175	168
7,5 - 10	202	193	184
15 - 17,5	216	205	197
			160
			150
			142
			122
			107
			175
			165
			157
			133
			115
			184
			174
			166
			154
			-
Promedio de aire a incluir según el tiempo a exposición (%)			
Exposición ligera	4,5	4	3,5
Exposición moderada	6	5,5	5
Exposición severa	7,5	7	6
			3
			2,5
			2
			1,5
			1
			4,5
			4,5
			4
			3,5
			3
			5,5
			5,5
			5
			4,5
			4
4. Relación a/c (agua/cemento)			
F'_c	Concreto sin aire incluido		Concreto con aire incluido
kg/cm ²			
422	0,41		-
352	0,48		0,4
281	0,57		0,48
211	0,68		0,59
141	0,82		0,74
Resistencia a la compresión requerida	385	a/c	0,45
5. Contenido de cemento por unidad de volumen			
Agua de mezclado	Relación a/c	Contenido de cemento	
kg/m ³		kg/m ³	
205	0,45	458,24	
6. N° de sacos de cemento			
Contenido de cemento	1 Saco	N° Sacos de cemento	
kg/m ³	kg	m ³	
458,24	50,00	9,16	

7. Volumen del agregado grueso				
Módulo de finura del agregado fino de 2,4				
Tamaño máximo del agregado grueso de 19 mm o 3/4"				
Tamaño máximo del agregado grueso	Módulo de finura del agregado fino			
	2,4	2,6	2,8	3
9,5 mm	0,5	0,48	0,46	0,44
12,5 mm	0,59	0,57	0,55	0,53
19 mm	0,66	0,64	0,62	0,6
25 mm	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5 mm	0,75	0,73	0,71	0,69
50 mm	0,78	0,76	0,74	0,72
75 mm	0,82	0,8	0,78	0,76
150 mm	0,87	0,85	0,83	0,81

8. Peso del agregado grueso		
Peso volumétrico varillado del agregado grueso de 1343,83 kg/m ³		
Volumen	P.V.V	Peso
m ³	kg/m ³	kg
0,62	1343,83	833,17

9. Volumen del agregado fino			
Densidad del agua de 1000 kg/cm ³			
Densidad del cemento de 2980,95 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado fino de 2487,56 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado grueso de 2408,19 kg/cm ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2487,56	684,83	0,275
Agregado grueso	2408,19	833,17	0,346
			1

10. Peso del agregado fino			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2487,56	684,83	0,275
Agregado grueso	2408,19	833,17	0,346
			1

10. Corrección por contenido de humedad y absorción							
Material	Peso	Humedad	Corrección	Absorción	Corrección	Diferencia	W corregido
Unidad	kg	%		%		kg	kg
Agua	205,00					-31,065	236,065
Agregado fino	684,83	1,78	12,167	3,33	22,775	-10,608	674,22
Agregado grueso	833,17	2,06	17,162	4,52	37,618	-20,456	812,72

11. Peso y volumen de los materiales en un m ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	236,06	0,236
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2487,56	674,22	0,271
Agregado grueso	2408,19	812,72	0,337
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2181,24	1

12. Datos de cilindros							
Cilindros	π	Radio	Área	Altura	Volumen	Desperdicio	Volumen Total
N°		m	m ²	m	m ³	10%	m ³
10	3,142	0,075	0,018	0,300	0,053	0,005	0,058

13. Peso y volumen de los materiales para 10 cilindros					
Material	Volumen	Volumen	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	m ³	m ³	kg/m ³	kg	m ³
Aire	0,020	0,058			0,001
Agua	0,236		1000,00	13,52	0,014
Cemento	0,154		2980,95	26,24	0,009
Agregado fino	0,271		2487,56	38,61	0,016
Agregado grueso	0,337		2408,19	46,54	0,019
	1		Peso en kg para 10 cilindros	124,91	0,058

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

Anexo 28

Resultado del Diseño de mezcla con Agregado fino El Triunfo Y Agregado grueso El

Tablazo con cemento HE para el adoquín

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL			
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO, Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL		
Fecha de ensayo	12 de enero de 2021		
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO HE			
7. DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO FINO EL TRIUNFO Y AGREGADO GRUESO EL TABLAZO			
Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa		2. Revenimiento según el tipo de construcción
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7,0$		Tipos de construcción
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8,3$		Revenimiento (cm)
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1,10 f'_c + 5,0$		máximo
			mínimo
			Muros de subestructuras sencillos, zapatas, muros y cajones de cimentación.
			7,5
			2,5
			Vigas y muros reforzados
			10
			2,5
			Columnas para edificios
			10
			2,5
			Pavimentos y losas
			7,5
			2,5
			Concretos masivos
			7,5
			2,5
1. Resistencia a la compresión requerida			
f'_c	Adición		f'_{cr}
kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²	kg/cm ²
300	8,3	85	385
3. Cantidad aproximada de agua de mezclado y contenido de aire			
Tamaño máximo del agregado de 19 mm o 3/4"			
Tamaño máximo del agregado grueso (mm)			
Revenimiento (cm)	9,5	12,5	19
	25	38	50
	75	150	
Concreto sin aire incluido			
2,5 - 5	207	199	190
	179	166	154
	130	113	
7,5 - 10	228	216	205
	193	181	169
	145	124	
15 - 17,5	243	228	216
	202	190	178
	160	-	
% de Aire aproximado	3	2,5	2
	1,5	1	0,5
	0,3	0,2	
Concreto con aire incluido			
2,5 - 5	181	175	168
	160	150	142
	122	107	
7,5 - 10	202	193	184
	175	165	157
	133	115	
15 - 17,5	216	205	197
	184	174	166
	154	-	
Promedio de aire a incluir según el tiempo a exposición (%)			
Exposición ligera	4,5	4	3,5
	3	2,5	2
	1,5	1	
Exposición moderada	6	5,5	5
	4,5	4,5	4
	3,5	3	
Exposición severa	7,5	7	6
	5,5	5,5	5
	4,5	4,5	4
4. Relación a/c (agua/cemento)			
F'_c	Concreto sin aire incluido		Concreto con aire incluido
kg/cm ²			
422	0,41		-
352	0,48		0,4
281	0,57		0,48
211	0,68		0,59
141	0,82		0,74
Resistencia a la compresión requerida	385		a/c 0,45
5. Contenido de cemento por unidad de volumen			
Agua de mezclado	Relación a/c	Contenido de cemento	
kg/m ³		kg/m ³	
205	0,45	458,24	
6. N° de sacos de cemento			
Contenido de cemento	1 Saco	N° Sacos de cemento	
kg/m ³	kg	m ³	
458,24	50,00	9,16	

7. Volumen del agregado grueso				
Módulo de finura del agregado fino de 2,4				
Tamaño máximo del agregado grueso de 19 mm o 3/4"				
Tamaño máximo del agregado grueso	Módulo de finura del agregado fino			
	2,4	2,6	2,8	3
9,5 mm	0,5	0,48	0,46	0,44
12,5 mm	0,59	0,57	0,55	0,53
19 mm	0,66	0,64	0,62	0,6
25 mm	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5 mm	0,75	0,73	0,71	0,69
50 mm	0,78	0,76	0,74	0,72
75 mm	0,82	0,8	0,78	0,76
150 mm	0,87	0,85	0,83	0,81

8. Peso del agregado grueso		
Peso volumétrico varillado del agregado grueso de 1260,23 kg/m ³		
Volumen	P.V.V	Peso
m ³	kg/m ³	kg
0,66	1260,23	831,75

9. Volumen del agregado fino			
Densidad del agua de 1000 kg/cm ³			
Densidad del cemento de 2980,95 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado fino de 2631,58 kg/cm ³			
D.S.S.S del agregado grueso de 2164,50 kg/cm ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58	623,70	0,237
Agregado grueso	2164,50	831,75	0,384
			1

10. Peso del agregado fino			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	205,00	0,205
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58	623,70	0,237
Agregado grueso	2164,50	831,75	0,384
			1

10. Corrección por contenido de humedad y absorción							
Material	Peso	Humedad	Corrección	Absorción	Corrección	Diferencia	W corregido
Unidad	kg	%		%		kg	kg
Agua	205,00					-25,605	230,605
Agregado fino	623,70	4,36	27,167	2,39	14,926	12,240	635,94
Agregado grueso	831,75	0,43	3,540	4,98	41,386	-37,845	793,91

11. Peso y volumen de los materiales en un m ³			
Material	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	kg/m ³	kg	m ³
Aire			0,020
Agua	1000,00	230,60	0,231
Cemento	2980,95	458,24	0,154
Agregado fino	2631,58	635,94	0,242
Agregado grueso	2164,50	793,91	0,367
Peso en kg para 1 m ³ de concreto		2118,70	1

12. Datos de adoquines							
Adoquines	Base	Longitud	Área	Espesor	Volumen	Desperdicio	Volumen Total
N°	m	m	m ²	m	m ³	10%	m ³
10	0,100	0,200	0,020	0,060	0,012	0,001	0,013

13. Peso y volumen de los materiales para 10 adoquines					
Material	Volumen	Volumen	Densidad	Peso	Volumen
Unidad	m ³	m ³	kg/m ³	kg	m ³
Aire	0,020	0,013			0,000
Agua	0,231		1000,00	3,01	0,003
Cemento	0,154		2980,95	5,97	0,002
Agregado fino	0,242		2631,58	8,29	0,003
Agregado grueso	0,367		2164,50	10,35	0,005
	1		Peso en kg para 10 adoquines		27,61

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
 Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
 SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
 Elaborado por:

Anexo 29

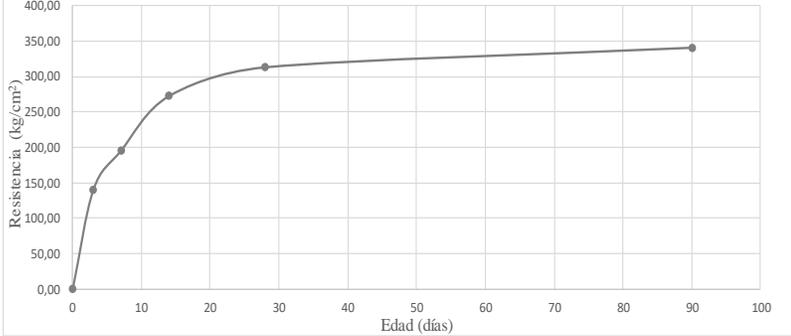
Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla patrón con

Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco

 UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL 												
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL											
Fecha de ensayo	23 de septiembre de 2020											
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGÓN (NTE INEN 1573)												
1. DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN (AGREGADO FINO EL TRIUNFO Y AGREGADO GRUESO CALIZAS HUAYCO)												
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO GU	Revenimiento 5,6 cm	F'c 300 kg/cm ²										
Fecha	D1 cm	D2 cm	Promedio cm	Altura cm	Área cm ²	Peso kg	Edad días	Carga kN	Resistencia Mpa / kg/cm ²		Promedio kg/cm ²	Eficiencia %
X 23/09/2020	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
S 26/09/2020	15,110	15,250	15,180	29,990	180,981	12,350	3	229,4	12,98	132,36	139,75	46,58
	15,180	15,150	15,165	29,880	180,624	12,276		255,1	14,43	147,14		
X 30/09/2020	15,040	15,010	15,025	30,030	177,304	12,090	7	345,2	19,53	199,15	194,61	64,87
	15,130	15,190	15,160	30,000	180,505	12,290		329,4	18,64	190,07		
X 07/10/2020	15,220	15,060	15,140	29,940	180,029	12,220	14	431,8	24,43	249,12	271,80	90,60
	15,100	15,100	15,100	30,000	179,079	11,640		510,3	28,88	294,49		
X 21/10/2020	15,000	15,000	15,000	29,070	176,715	12,200	28	537,4	30,41	310,09	312,39	104,13
	15,260	15,180	15,220	30,000	181,936	12,082		545,4	30,86	314,68		
M 22/12/2020	15,190	15,180	15,185	30,160	181,100	11,981	90	607,7	34,39	350,68	339,97	113,32
	15,000	15,000	15,000	29,070	176,715	12,200		570,6	32,29	329,26		

Edad días	Resistencia kg/cm ²	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	139,75	46,58
7	194,61	64,87
14	271,80	90,60
28	312,39	104,13
90	339,97	113,32

Diseño GU de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco)



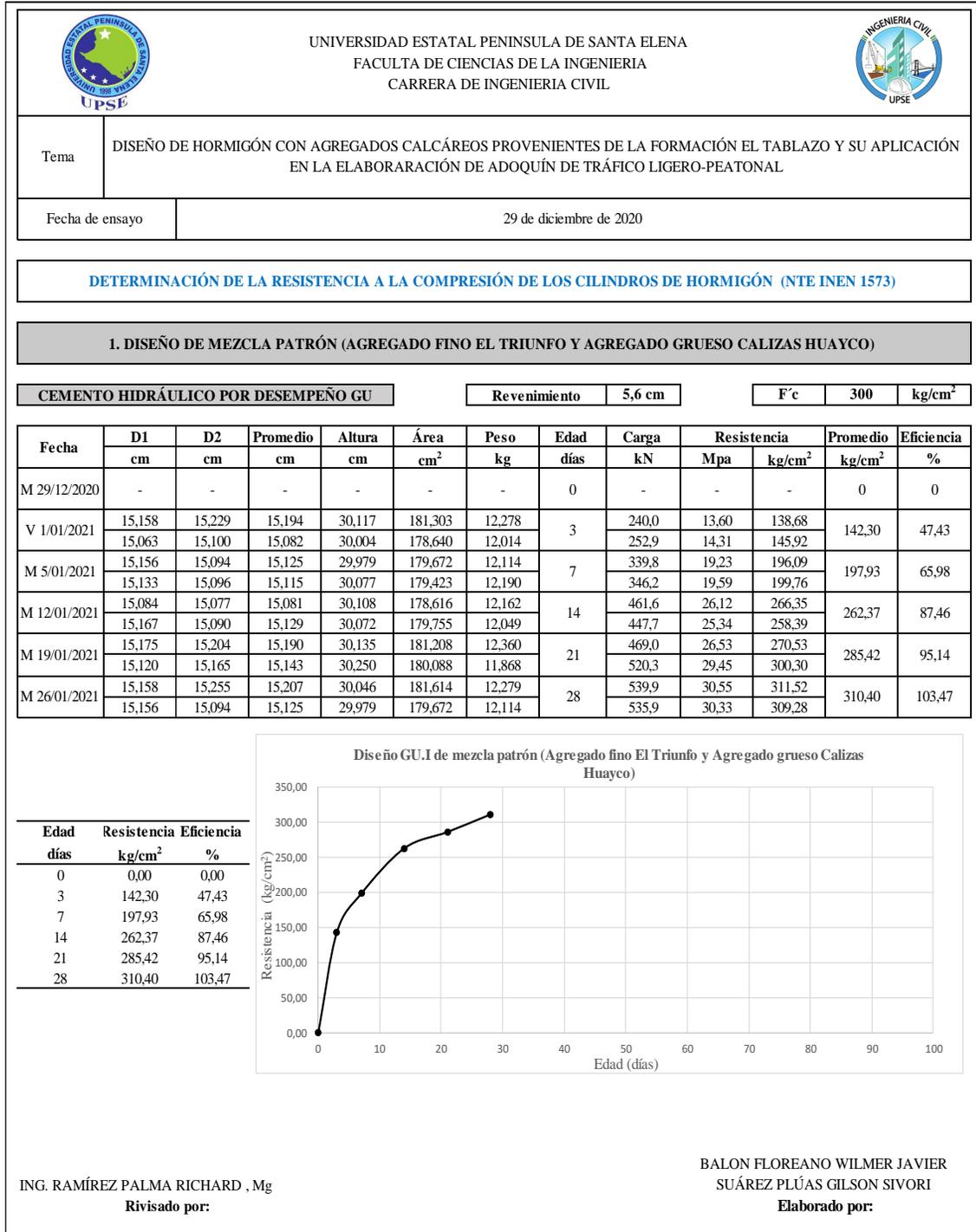
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rvisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

Anexo 30

Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla patrón con

Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco



Anexo 31

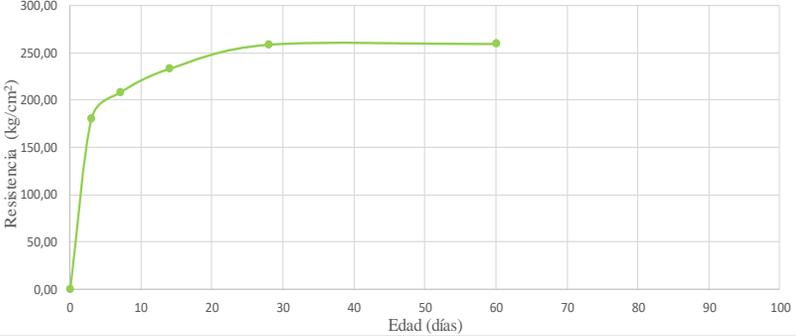
Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado

fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo

 UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL 																
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL															
Fecha de ensayo	24 de septiembre de 2020															
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGÓN (NTE INEN 1573)																
2. DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO FINO EL TRIUNFO Y AGREGADO GRUESO EL TABLAZO																
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO GU					Revenimiento			6 cm		F'c			300		kg/cm²	
Fecha	D1 cm	D2 cm	Promedio cm	Altura cm	Área cm ²	Peso kg	Edad días	Carga kN	Resistencia		Promedio	Eficiencia				
X 24/9/2020	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0				
D 27/9/2020	15,081	15,180	15,131	30,181	179,803	11,825	3	313,3	17,73	180,79	180,28	60,09				
	15,200	15,150	15,175	29,080	180,862	11,730		311,5	17,63	179,78						
J 01/10/2020	15,120	15,233	15,177	30,183	180,898	11,929	7	371,6	21,03	214,45	207,56	69,19				
	15,198	15,180	15,189	30,309	181,196	11,944		347,8	19,68	200,68						
J 08/10/2020	15,126	14,964	15,045	30,208	177,776	11,850	14	375,4	21,24	216,59	232,85	77,62				
	15,241	15,225	15,233	30,135	182,247	11,900		431,8	24,43	249,12						
J 15/10/2020	15,100	15,100	15,100	30,194	179,079	11,985	28	434,2	24,57	250,54	258,45	86,15				
	15,191	15,186	15,189	30,091	181,184	11,666		461,6	26,12	266,35						
J 22/10/2020	15,095	15,080	15,088	30,089	178,782	11,327	60	417,2	23,61	240,75	259,21	86,40				
	15,200	15,150	15,175	29,080	180,862	11,730		482,2	27,23	277,67						

Edad días	Resistencia kg/cm ²	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	180,28	60,09
7	207,56	69,19
14	232,85	77,62
28	258,45	86,15
60	259,21	86,40

Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo



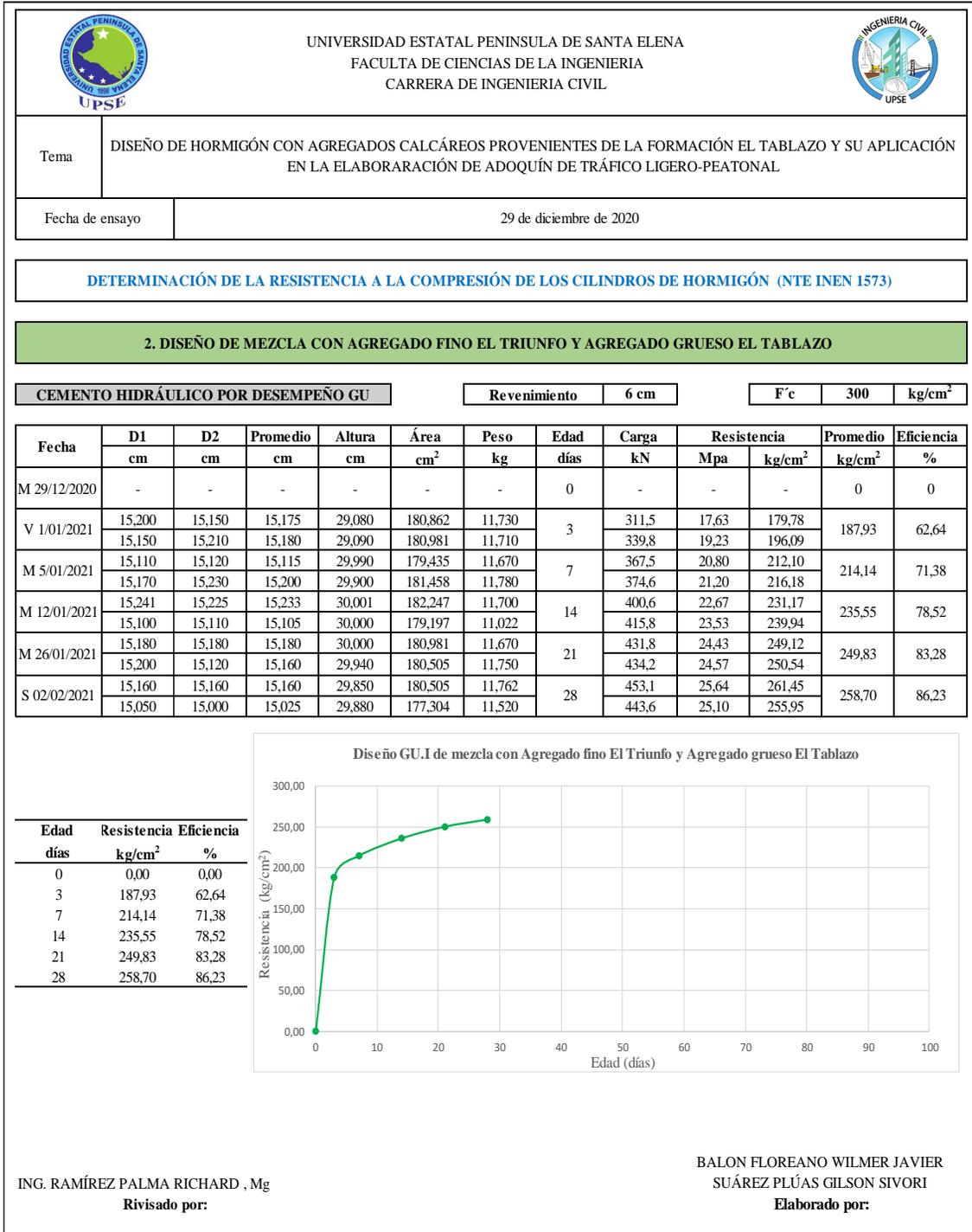
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rivisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

Anexo 32

Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con

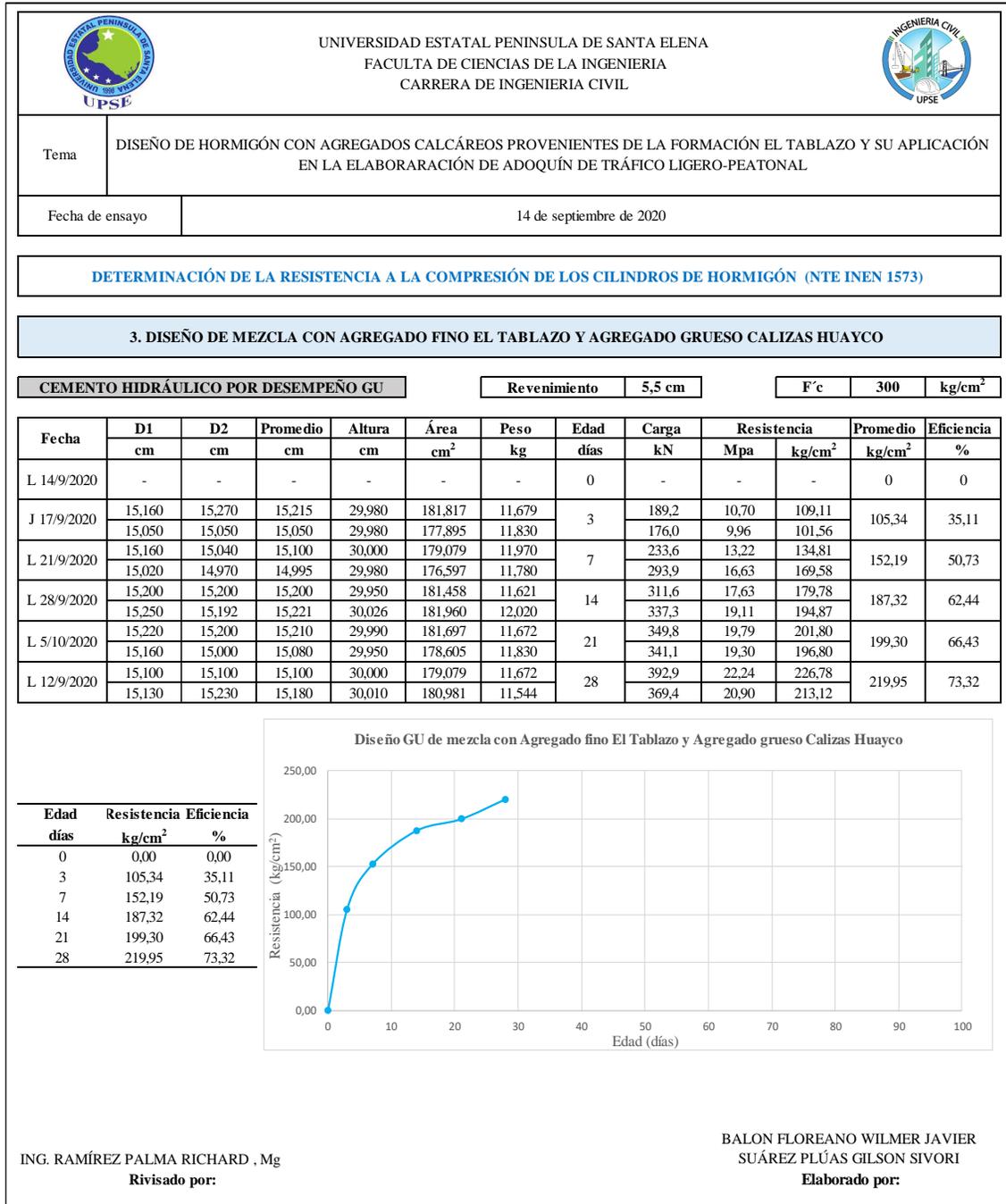
Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo



Anexo 33

Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU de mezcla con Agregado

fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco



Anexo 34

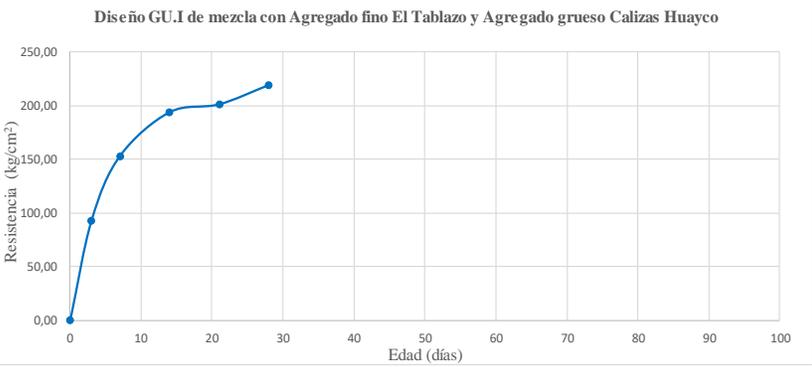
Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño GU. I de mezcla con

Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL											
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL											
Fecha de ensayo	29 de diciembre de 2020											
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGÓN (NTE INEN 1573)												
3. DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO FINO EL TABLAZO Y AGREGADO GRUESO CALIZAS HUAYCO												
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO GU	Revenimiento	5,5 cm										
F'c	300	kg/cm ²										
Fecha	D1	D2	Promedio	Altura	Área	Peso	Edad	Carga	Resistencia		Promedio	Eficiencia
	cm	cm	cm	cm	cm ²	kg	días	kN	Mpa	kg/cm ²	kg/cm ²	%
M 29/12/2020	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
V 1/01/2021	15,245	15,198	15,222	29,955	181,972	11,947	3	151,0	8,54	87,08	92,84	30,95
	15,201	15,192	15,197	29,951	181,375	11,976		170,9	9,67	98,61		
M 5/01/2021	15,252	15,203	15,228	29,853	182,116	12,066	7	311,6	17,67	180,18	152,75	50,92
	15,185	15,097	15,141	29,938	180,052	11,917		217,1	12,29	125,32		
M 12/01/2021	15,195	15,028	15,112	30,045	179,352	11,950	14	337,5	19,10	194,76	193,54	64,51
	15,200	15,210	15,205	30,000	181,578	11,464		333,2	18,86	192,32		
M 19/01/2021	15,041	14,984	15,013	29,893	177,009	11,830	21	339,7	19,23	196,09	200,88	66,96
	15,031	15,020	15,026	29,990	177,316	11,730		356,4	20,17	205,68		
M 26/01/2021	15,229	15,200	15,215	30,032	181,805	11,729	28	383,8	21,72	221,48	218,83	72,94
	15,182	15,182	15,182	30,003	181,029	11,916		374,6	21,20	216,18		

Edad días	Resistencia kg/cm ²	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	92,84	30,95
7	152,75	50,92
14	193,54	64,51
21	200,88	66,96
28	218,83	72,94

Diseño GU.I de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
 Revisado por:

BALÓN FLOREANO WILMER JAVIER
 SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
 Elaborado por:

Anexo 35

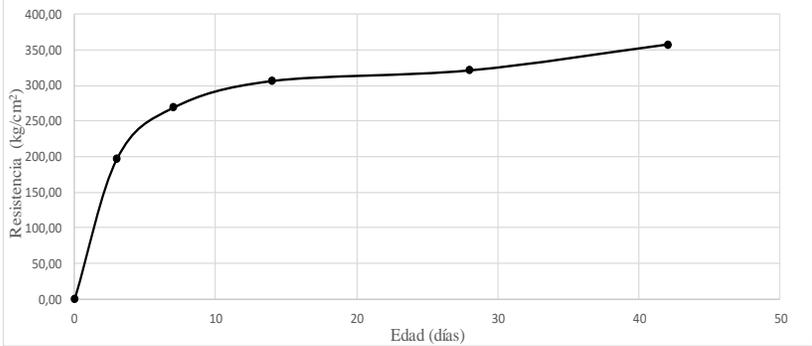
Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla patrón con

Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco

 UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL 												
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL											
Fecha de ensayo	12 de enero de 2021											
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGÓN (NTE INEN 1573)												
1. DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN (AGREGADO FINO EL TRIUNFO Y AGREGADO GRUESO CALIZAS HUAYCO)												
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO HE	Revenimiento 8,5 cm	F'c 300 kg/cm²										
Fecha	D1 cm	D2 cm	Promedio cm	Altura cm	Área cm ²	Peso kg	Edad días	Carga kN	Resistencia		Promedio	Eficiencia
									Mpa	kg/cm ²	kg/cm ²	%
M 12/01/2021	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
V 15/01/2021	15,193	15,196	15,195	30,016	181,327	12,259	3	323,9	18,33	186,91	196,86	65,62
	15,121	15,201	15,161	29,985	180,528	12,280		358,3	20,28	206,80		
M 19/01/2021	15,150	15,114	15,132	30,040	179,838	12,159	7	461,6	26,12	266,35	268,44	89,48
	15,002	15,118	15,060	29,996	178,131	12,239		468,9	26,53	270,53		
M 26/01/2021	15,119	15,080	15,100	30,094	179,067	12,231	14	339,9	30,55	311,52	305,91	101,97
	15,130	15,053	15,092	30,017	178,877	12,257		520,3	29,45	300,30		
M 9/02/2021	15,191	15,197	15,194	30,025	181,315	12,245	28	566,6	32,07	327,02	320,85	106,95
	15,143	15,148	15,146	30,020	180,159	12,231		545,4	30,86	314,68		
M 23/03/2021	15,128	15,208	15,168	30,126	180,695	12,286	42	621,0	35,14	358,33	357,15	119,05
	15,150	15,145	15,148	30,008	180,207	12,239		616,9	34,91	355,98		

Edad días	Resistencia kg/cm ²	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	196,86	65,62
7	268,44	89,48
14	305,91	101,97
28	320,85	106,95
42	357,15	119,05

Diseño GU de mezcla patrón (Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas Huayco)

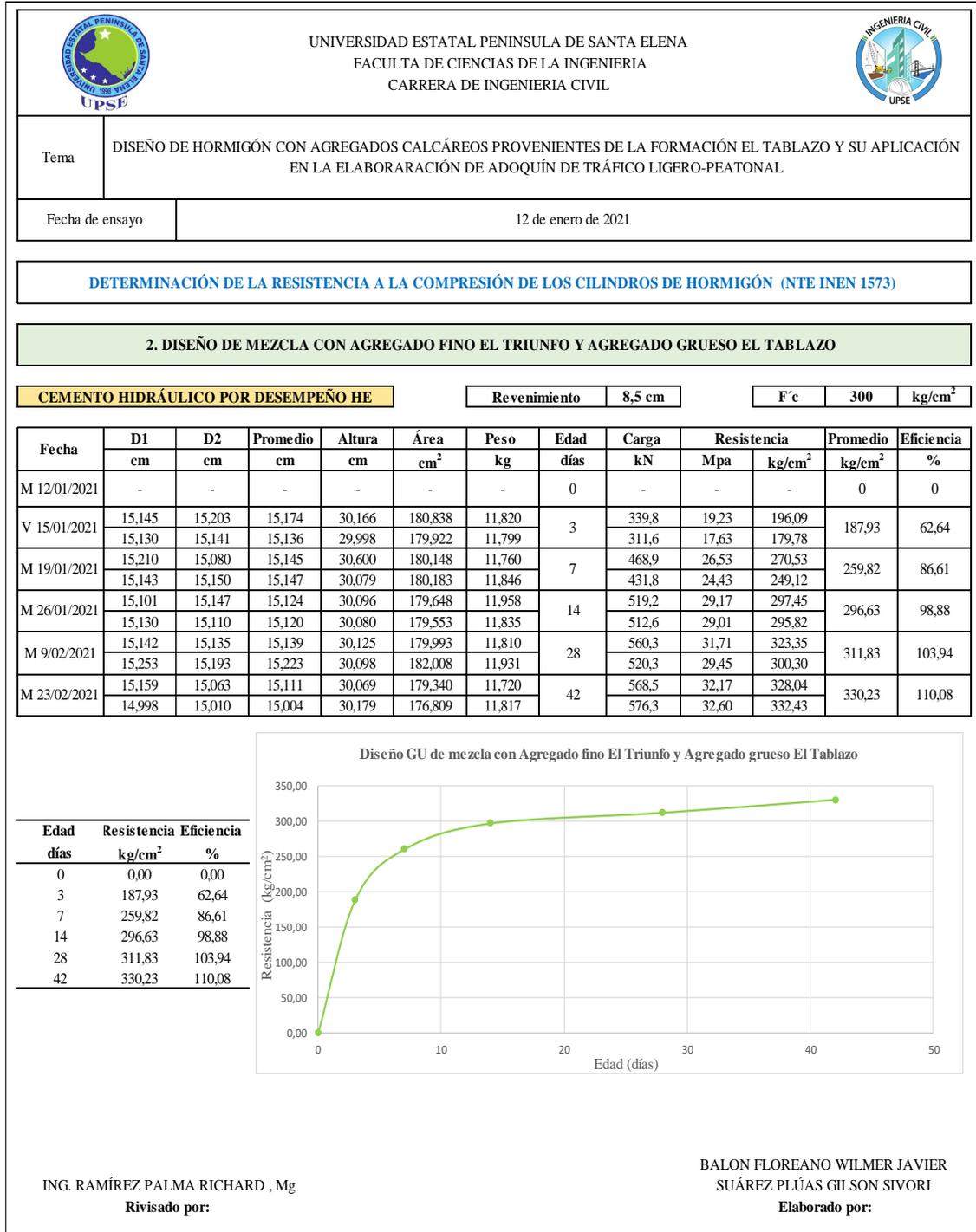


ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
R revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

Anexo 36

Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo



Anexo 37

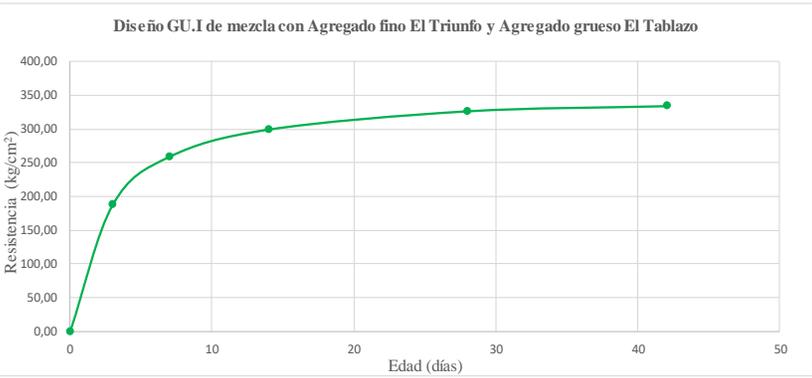
Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño HE. I de mezcla con

Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL											
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL											
Fecha de ensayo	12 de enero de 2021											
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGÓN (NTE INEN 1573)												
2. DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO FINO EL TRIUNFO Y AGREGADO GRUESO EL TABLAZO												
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO HE	Revenimiento	8,5 cm										
	F'c	300										
		kg/cm²										
Fecha	D1	D2	Promedio	Altura	Área	Peso	Edad	Carga	Resistencia		Promedio	Eficiencia
	cm	cm	cm	cm	cm²	kg	días	kN	Mpa	kg/cm²	kg/cm²	%
M 12/01/2021	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
V 15/01/2021	15,060	15,030	15,045	30,135	177,776	11,693	3	332,5	18,81	191,81	187,63	62,54
	15,139	15,205	15,172	29,997	180,790	11,810		317,8	17,99	183,45		
M 19/01/2021	15,130	15,140	15,135	30,100	179,910	11,830	7	453,1	25,64	261,45	258,70	86,23
	14,998	15,101	15,050	30,142	177,883	11,819		443,6	25,10	255,95		
M 26/01/2021	15,168	15,231	15,200	30,080	181,446	11,923	14	516,3	29,22	297,96	299,08	99,69
	15,131	15,101	15,116	30,123	179,458	11,799		520,13	29,44	300,20		
M 9/02/2021	15,173	15,135	15,154	30,005	180,362	11,739	28	566,6	32,07	327,02	326,15	108,72
	15,117	15,109	15,113	29,999	179,387	11,850		563,6	31,90	325,29		
M 23/02/2021	15,240	15,230	15,235	30,153	182,295	11,970	42	579,3	32,78	334,26	333,80	111,27
	15,102	15,033	15,068	30,009	178,309	11,896		577,7	32,69	333,34		

Edad días	Resistencia kg/cm ²	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	187,63	62,54
7	258,70	86,23
14	299,08	99,69
28	326,15	108,72
42	333,80	111,27

Diseño G.U.I de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rivisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

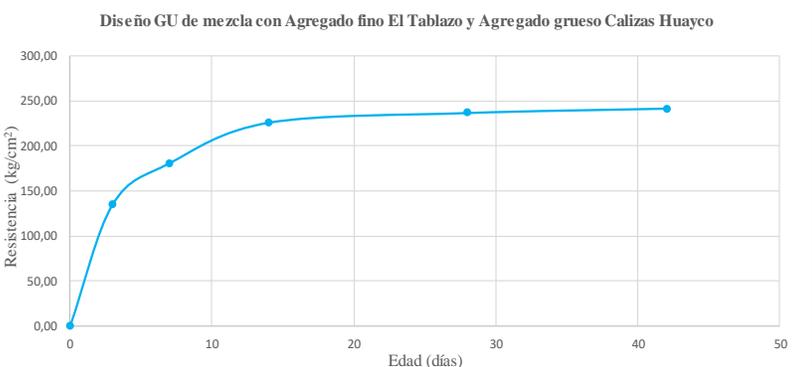
Anexo 38

Resultados de las resistencias a la compresión del Diseño HE de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL											
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL											
Fecha de ensayo	12 de enero de 2021											
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGÓN (NTE INEN 1573)												
3. DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO FINO EL TABLAZO Y AGREGADO GRUESO CALIZAS HUAYCO												
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO HE	Revenimiento	5,5 cm										
	F'c	300 kg/cm ²										
Fecha	D1 cm	D2 cm	Promedio cm	Altura cm	Área cm ²	Peso kg	Edad días	Carga kN	Resistencia		Promedio	Eficiencia
									Mpa	kg/cm ²	kg/cm ²	%
M 12/01/2021	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
V 15/01/2021	15,221	15,206	15,214	30,014	11,949	11,860	3	234,9	13,29	135,52	135,01	45,00
	15,209	15,197	15,203	30,050	11,940	11,791		232,9	13,19	134,50		
M 19/01/2021	14,950	15,100	15,025	29,990	11,801	11,590	7	313,3	17,73	180,79	180,59	60,20
	15,101	15,020	15,061	29,999	11,828	11,797		312,6	17,69	180,39		
M 26/01/2021	15,198	15,173	15,186	29,959	11,927	11,877	14	400,6	22,67	231,17	225,66	75,22
	15,190	15,185	15,187	30,129	11,928	11,685		381,5	21,59	220,16		
M 9/02/2021	15,090	15,109	15,100	30,039	11,859	11,710	28	417,2	23,61	240,75	236,42	78,81
	15,183	15,193	15,188	30,092	11,929	11,819		402,2	22,76	232,09		
X 09/02/2021	15,116	15,022	15,069	29,994	11,835	11,850	42	421,0	23,82	242,90	241,31	80,44
	15,020	14,998	15,009	30,003	11,788	11,785		215,1	23,51	239,73		

Edad días	Resistencia kg/cm ²	Eficiencia %
0	0,00	0,00
3	135,01	45,00
7	180,59	60,20
14	225,66	75,22
28	236,42	78,81
42	241,31	80,44

Diseño GU de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas Huayco



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rivisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

Anexo 39

Resultado de la tracción indirecta de las mezclas con cemento hidráulico por

desempeño Tipo GU

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL									
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL									
Fecha de ensayo	29 de diciembre de 2020									
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE HORMIGÓN (NTG 41017-h15)										
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO GU										
Cálculo: $T = \frac{2 \times P}{\pi \times l \times d}$										
Mezcla	Fecha		Edad	Diámetro	Promedio	Longitud	Peso	Carga	Resistencia	Resistencia
N°	Vaciado	Ruptura	Días	cm		cm	kg	KN	Mpa	kg/cm²
1	29/12/2020	19/1/2021	28	15,008 15,111	15,060	30,163	11,950	167,6	2,35	23,95
2	29/12/2020	20/1/2021	28	15,145 15,168	15,157	30,084	11,620	167,2	2,33	23,80
3	29/12/2020	21/1/2021	28	15,122 15,106	15,114	29,940	11,730	153,7	2,16	22,05

ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rvisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

Anexo 40

Resultado de la tracción indirecta de las mezclas con cemento hidráulico por desempeño Tipo HE

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL									
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL									
Fecha de ensayo	12 de enero de 2020									
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE HORMIGÓN (NTG 41017-h15)										
CEMENTO HIDRÁULICO POR DESEMPEÑO TIPO HE										
Cálculo: $T = \frac{2 \times P}{\pi \times l \times d}$										
Mezcla	Fecha		Edad	Díámetro	Promedio	Longitud	Peso	Carga	Resistencia	Resistencia
N°	Vaciado	Ruptura	Días	cm		cm	kg	KN	Mpa	kg/cm²
4	12/1/2021	9/2/2021	28	15,153 15,158	15,156	29,785	12,169	179,2	2,53	25,77
5	12/1/2021	9/2/2021	28	15,145 15,162	15,154	30,078	11,903	194,5	2,72	27,70
5.1	12/1/2021	9/2/2021	28	15,204 15,133	15,169	29,992	11,905	212,8	2,98	30,37
6	12/1/2021	9/2/2021	28	15,196 15,180	15,188	30,091	11,922	144,1	2,01	20,47
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Revisado por: </div> <div style="width: 45%; text-align: right;"> BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por: </div> </div>										

Anexo 41

Resultado de esclerometría de las 3 mezclas con cemento GU

 UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA		 INGENIERIA CIVIL										
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL											
Fecha de ensayo	26/1/2020	DISEÑOS DE HORMIGON CON CEMENTO HIDRAULICO POR DESEMPEÑO TIPO GU										
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA.												
1. Cemento Tipo GU. diseño de mezcla patron (Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas huayco).												
NUMERO DE GOLPES										N DATOS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	258	7	37
41	40	40	36	39	35	35	39	36	38			
38	38	46	32	34	37	33	35	35	38	320	9	36
										PROMEDIO DE DOS UNIDADES		37
										ANGULO		α 0
										RESITENCIA REAL		f'c 310
kg/cm2												
2. Cemento Tipo GU. diseño de mezcla con Agregado fino El Triunfo y grueso El Tablazo.												
NUMERO DE GOLPES										N DATOS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	281	8	35,125
39	35	34	32	34	35	35	34	37	37			
35	36	34	36	34	35	35	35	35	36	315	10	31,5
										PROMEDIO DE DOS UNIDADES		33
										ANGULO		α 0
										RESITENCIA REAL		f'c 250
kg/cm2												
3. Cemento Tipo GU. diseño de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas huayco.												
NUMERO DE GOLPES										N DATOS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	252	8	31,5
31	32	31	39	32	29	32	31	31	32			
31	32	31	39	31	32	35	31	31	35	219	7	31,285714
										PROMEDIO DE DOS UNIDADES		31
										ANGULO		α 0
										RESITENCIA REAL		f'c 220
kg/cm2												

Anexo 42

Resultado de esclerometría de la mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco) con cemento HE

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA		 INGENIERIA CIVIL										
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL											
Fecha de ensayo	9/2/2020	DISEÑOS DE HORMIGON CON CEMENTO HIDRAULICO POR DESEMPEÑO TIPO HE.										
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA.												
4. Cemento Tipo HE diseño de mezcla patron (Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso Calizas huayco).												
NUMERO DE GOLPES										N DATOS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	266	7	38
37	37	38	41	39	39	39	35	37	48			
36	38	42	36	37	39	46	39	38	34	263	7	37,571429
										PROMEDIO DE DOS UNIDADES		38
										ANGULO		α
										RESITENCIA REAL		f'c
												320
										kg/cm2		
NUMERO DE GOLPES										N DATOS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	224	6	37,333333
41	39	39	42	37	43	36	37	33	36			
38	39	33	39	46	37	37	36	38	37	265	7	37,857143
										PROMEDIO DE DOS UNIDADES		38
										ANGULO		α
										RESITENCIA REAL		f'c
												320
										kg/cm2		

Anexo 43

Resultado de esclerometría de la mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo con cemento HE

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA 													
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL												
Fecha de ensayo	9/2/2020												
DISEÑOS DE HORMIGON CON CEMENTO HIDRAULICO POR DESEMPEÑO TIPO HE.													
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA.													
5. Cemento Tipo HE. diseño de mezcla con Agregado fino El Triunfo y Agregado grueso El Tablazo.													
NUMERO DE GOLPES										N DATOS			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	331	9	36,777778	
38	44	36	36	36	38	38	36	37	36				
43	38	38	38	36	37	37	36	36	36	332	9	36,888889	
PROMEDIO DE DOS UNIDADES											36,833		
ANGULO											α	0	
RESITENCIA REAL											f'c	310	kg/cm2
NUMERO DE GOLPES										N DATOS			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	293	8	36,625	
32	38	38	36	37	35	44	35	36	38				
38	33	34	30	39	34	37	39	33	41	328	9	36,444444	
PROMEDIO DE DOS UNIDADES											36,535		
ANGULO											α	0	
RESITENCIA REAL											f'c	310	kg/cm2

Anexo 44

Resultado de esclerometría de la mezcla con agregado fino El Tablazo y agregado grueso Calizas Huayco con cemento HE

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA 													
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL												
Fecha de ensayo	9/2/2020												
DISEÑOS DE HORMIGON CON CEMENTO HIDRAULICO POR DESEMPEÑO TIPO HE.													
ENSAYO DE ESCLEROMETRIA.													
6 Cemento Tipo HE. diseño de mezcla con Agregado fino El Tablazo y Agregado grueso Calizas huayco.													
NUMERO DE GOLPES										N DATOS			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
30	33	26	38	33	38	30	32	31	33	222	7	31,714286	
29	29	31	33	32	37	36	33	32	32	251	8	31,375	
										PROMEDIO DE DOS UNIDADES		31,544643	
										ANGULO		α	0
										RESITENCIA REAL		f'c	230
NUMERO DE GOLPES										N DATOS			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
40	30	41	31	31	32	33	31	39	33	221	7	31,571429	
31	31	38	32	39	33	32	31	40	32	222	7	31,714286	
										PROMEDIO DE DOS UNIDADES		31,642857	
										ANGULO		α	0
										RESITENCIA REAL		f'c	230

Anexo 45

Resultado del módulo de elasticidad de la mezcla patrón (agregado fino El Triunfo y agregado grueso Calizas Huayco) con cemento hidráulico Tipo HE

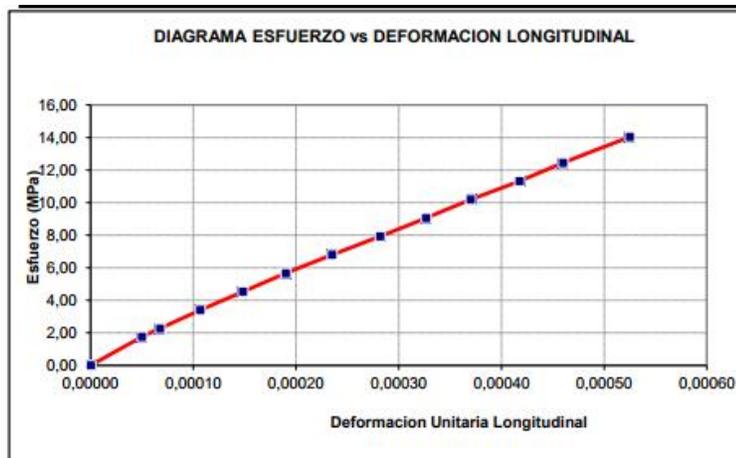
CENTRO DE INNOVACIÓN HOLCIM

Av. Barcelona Y Calle José Rodríguez Bonín, Telf.:3709000, Guayaquil

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO Y LA RELACIÓN DE POISSON DEL CONCRETO A COMPRESIÓN. ASTM C 469

Diseño: HE Patron
 Laboratorio: Vinicio Peralta, Melissa Reyes
 Diámetro: 150 mm
 Longitud: 300 mm
 Resistencia máx: 35,1 MPa
 Carga 40 % : 248,4 Kn
 Resistencia (f'c) 40' : 14,1 MPa

Esfuerzo MPa	Deformación Unitaria Longitudinal	Deformación Unitaria Transversal
1,8	0,00005	0,00002
2,3	0,00007	0,00003
3,4	0,00011	0,00004
4,5	0,00015	0,00005
5,7	0,00019	0,00006
6,8	0,00024	0,00007
7,9	0,00028	0,00009
9,1	0,00033	0,00010
10,2	0,00037	0,00011
11,3	0,00042	0,00013
12,4	0,00046	0,00014
14,0	0,00053	0,00016



Donde:
 E = módulo de elasticidad cuerda, MPa (psi).
 S₂ = esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última MPa (psi)
 S₁ = esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal, ε₁, de 50 millonésimas, en MPa (psi)
 ε₂ = deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S₂, en millonésimas: μm (μpulg.)
 μ = relación de Poisson
 ε₀₂ = deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por S₂ en millonésimas: μm (μpulg.)
 ε₀₁ = deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por el esfuerzo S₁ en millonésimas: μm (μpulg.)

$$E = \frac{(\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1})}{\epsilon_2 - 0.000050}$$

$$E = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.000050}$$

$$\mu = 0,29$$

$$E = 25852 \text{ Mpa}$$

$$E = 25,9 \text{ GPa}$$



Anexo 46

Resultado del módulo de elasticidad de la mezcla con agregado fino El Triunfo y agregado grueso El Tablazo con cemento hidráulico Tipo HE

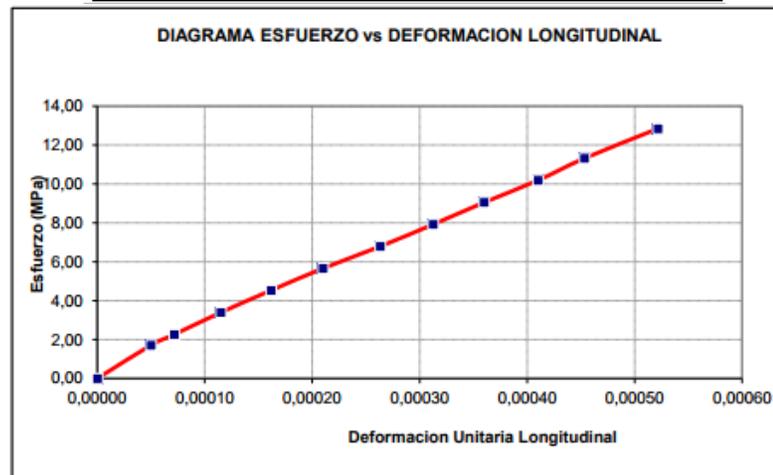
CENTRO DE INNOVACIÓN HOLCIM

Av. Barcelona Y Calle José Rodríguez Bonín, Telf.:3709000, Guayaquil

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO Y LA RELACIÓN DE POISSON DEL CONCRETO A COMPRESIÓN. ASTM C 469

Diseño: HE Agregado Grueso
 Laboratorista: Vinicio Peralta, Melissa Reyes
 Diámetro: 150 mm
 Longitud: 300 mm
 Resistencia máx: 32,2 MPa
 Carga 40 % : 227,4 Kn
 Resistencia (F_c) 40' : 12,9 MPa

Esfuerzo MPa	Deformación Unitaria Longitudinal	Deformación Unitaria Transversal
1,7	0,00005	0,00002
2,3	0,00007	0,00003
3,4	0,00012	0,00004
4,5	0,00016	0,00005
5,7	0,00021	0,00007
6,8	0,00026	0,00009
7,9	0,00031	0,00010
9,1	0,00036	0,00011
10,2	0,00041	0,00013
11,3	0,00045	0,00014
12,8	0,00052	0,00016



Donde:
 E = módulo de elasticidad cuerda, MPa (psi).
 S₂ = esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última MPa (psi)
 S₁ = esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal, ε₁, de 50 millonésimas, en MPa (psi)
 ε₂ = deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S₂ en millonésimas: μm (μpulg.)
 μ = relación de Poisson
 ε₂ = deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por S₂ en millonésimas: μm (μpulg.)
 ε₁ = deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por el esfuerzo S₁ en millonésimas: μm (μpulg.)

$$E = \frac{(\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1})}{\epsilon_2 - 0.000050}$$

$$E = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.000050}$$

$$\mu = 0,29$$

$$\begin{aligned} E &= 23599 \text{ Mpa} \\ E &= 23,6 \text{ GPa} \end{aligned}$$



Anexo 47

Resultado de las medidas de dimensiones de las 8 muestras

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL						
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL						
Fecha de ensayo	5 de febrero de 2020						
REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO DE ADOQUINES DE HORMIGÓN (NTE INEN 3040)							
MEDIDAS DE LAS DIMENSIONES DE UN ADOQUÍN (ANEXO C)							
Medidas de la Muestra N° 1				Medidas de la Muestra N° 2			
Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Peso kg
20,172	10,443	6,000	2,788	20,341	10,077	6,130	2,704
20,155	10,234	6,214	-	20,339	9,89	6,213	-
-	-	6,261	-	-	-	6,148	-
-	-	6,031	-	-	-	6,073	-
20,164	10,339	6,127	2,788	20,340	9,984	6,141	2,704
Medidas de la Muestra N° 3				Medidas de la Muestra N° 4			
Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Peso kg
20,385	10,017	6,051	2,737	20,127	10,001	6,191	2,712
20,397	10,091	6,025	-	20,099	10,094	6,159	-
-	-	6,151	-	-	-	5,970	-
-	-	6,102	-	-	-	5,970	-
20,391	10,054	6,082	2,737	20,113	10,048	6,073	2,712
Medidas de la Muestra N° 5				Medidas de la Muestra N° 9			
Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Peso kg
20,295	10,305	6,080	2,767	20,271	10,093	6,027	2,638
20,329	10,315	6,070	-	20,231	10,005	6,062	-
-	-	6,066	-	-	-	6,058	-
-	-	6,059	-	-	-	6,075	-
20,312	10,310	6,069	2,767	20,251	10,049	6,056	2,638
Medidas de la Muestra N° 7				Medidas de la Muestra N° 8			
Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Peso kg	Largo cm	Ancho cm	Altura cm	Peso kg
20,37	10,301	6,030	2,802	20,09	9,999	6,088	2,689
20,143	10,17	6,060	-	20,154	10	6,091	-
-	-	6,013	-	-	-	6,053	-
-	-	6,080	-	-	-	6,040	-
20,257	10,236	6,046	2,802	20,122	10,000	6,068	2,689
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:				BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:			

Anexo 48

Resultado de la absorción de 2 muestras

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL	
Fecha de ensayo	5 de febrero de 2020	
REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO DE ADOQUINES DE HORMIGÓN (NTE INEN 3040)		
DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ABSORCIÓN TOTAL DE AGUA (ANEXO D)		
$Absorción = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \times 100$		
Muestra de adoquín 1		
M ₁ Adoquín inicial	1,422	kg
M ₂ Adoquín final	1,385	kg
Absorción	2,67	%
Muestra de adoquín 2		
M ₁ Adoquín inicial	1,334	kg
M ₂ Adoquín final	1,300	kg
Absorción	2,62	%
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg	BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI	
Revisado por:	Elaborado por:	

Anexo 49

Resultado de la tracción indirecta de los adoquines con cemento hidráulico por

desempeño Tipo HE

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL										
Tema	DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL										
Fecha de ensayo	2 de febrero de 2020										
REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO DE ADOQUINES DE HORMIGÓN (NTE INEN 3040)											
MEDIDA DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ANEXO D)											
Cálculo: $T = 0,637 \times k \times \frac{P}{A_n}$											
Fecha	Edad Días	Muestra N°	Largo cm	Promedio	Ancho cm	Espesor cm	Peso kg	Carga KN	Promedio	Resistencia Mpa	Resistencia kg/cm ²
5/2/2021	3	1	20,164	20,25175	10,3385	6,1265	2,788	31,8	44,8	2,04	20,84
		2	20,340		9,9835	6,141	2,704	57,8			
9/2/2021	7	3	20,391	20,252	10,054	6,08225	2,737	46,3	50,05	2,28	23,28
		4	20,113		10,0475	6,0725	2,712	53,8			
16/2/2021	14	5	20,312	20,2815	10,310	6,06875	2,767	66,7	68,95	3,14	32,02
		9	20,251		10,049	6,0555	2,638	71,2			
2/3/2021	28	7	20,257	20,18925	10,2355	6,04575	2,802	83,9	83,47	3,82	38,94
		8	20,122		9,9995	6,068	2,689	83,04			
ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg Rvisado por:				BALON FLOREANO WILMER JAVIER SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI Elaborado por:							

REPORTE FOTOGRÁFICO



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

VISITA Y OBTENCIÓN DEL MATERIAL

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

TRITURADO Y TAMIZADO DEL MATERIAL

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rvisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

ENSAYO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTE INEN 696)

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rvisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

ENSAYO DE LA DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA Y ABSORCIÓN (NTE INEN 857)

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA (PESO VOLUMÉTRICO) (NTE INEN 858)

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rvisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL
TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-
PEATONAL

ENSAYO DETERMINACIÓN DEL VALOR DE LA DEGRADACIÓN (NTE INEN 860)

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD (NTE INEN 862)

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
 Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
 SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
 Elaborado por:



UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL
TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-
PEATONAL

MEZCLA DE HORMIGÓN POR EL MÉTODO ACT 211.1

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rvisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGÓN (NTE INEN 1573)

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rvisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN INDIRECTA DE ESPECÍMENES CILINDRICOS DE HORMIGÓN (NTG 41017-h15)

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

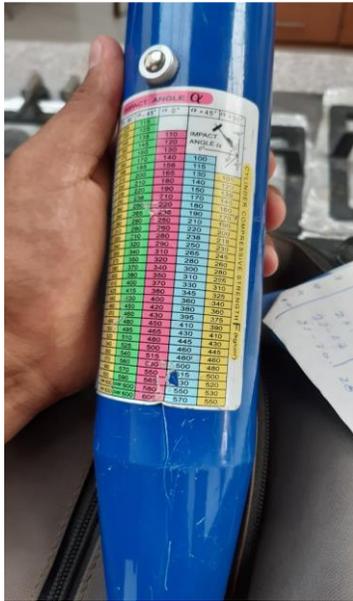


Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rvisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
 SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

MÓDULO DE ELASTICIDAD

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Revisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

MEDIDAS DE LAS DIMENSIONES DE UN ADOQUÍN (ANEXO C)

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rvisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ABSORCIÓN TOTAL DE AGUA (ANEXO D)

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rivisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:



UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



Tema

DISEÑO DE HORMIGÓN CON AGREGADOS CALCÁREOS PROVENIENTES DE LA FORMACIÓN EL TABLAZO Y SU APLICACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE ADOQUÍN DE TRÁFICO LIGERO-PEATONAL

MEDIDA DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ANEXO E)

REPORTE FOTOGRÁFICO



ING. RAMÍREZ PALMA RICHARD , Mg
Rivisado por:

BALON FLOREANO WILMER JAVIER
SUÁREZ PLÚAS GILSON SIVORI
Elaborado por:

BIBLIOGRAFÍA

- Alejandro Quimí, E. R., & Merchán Reyes, C. A. (2019). *Diseño de un hormigón permeable mediante el método ACI-211.1 utilizando cantos rodados del río Manantial de Guangala que se encuentra ubicado en la comuna de Manantial de Guangala*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.,
- Alvarez, J. I., Martín, A., & Casado, P. G. J. B. d. I. A. d. P. H. (1995). Historia de los morteros. *13*, 52-59.
- Alvarez, J. I., Martín, A., & García Casado, P. J. B. d. I. A. d. P. H. (1995). Historia de los morteros. *13*, 52-59.
- Bustillo Revuelta, M. J. T. y. t. (2008). Los morteros en la construcción. (33), 31-38.
- Catuto Saona, W. A. (2019). *Diseño De Explotación En La Concesión Minera Cerro El Tablazo 1*.
- Cherre Seminario, D., & Sandoval Vargas, I. R. (2019). Influencia de las cenizas de rastrojo de maíz sobre la resistencia a la compresión axial y la consistencia en un concreto de $F'c=210\text{kg/cm}^2$.
- Ciro Jimenez, L. A., Quiceno Higinio, C. C., & Puerta Ruiz, Y. H. (2018). Optimización de sistema de lavado y triturado de materia prima (piedra caliza).
- Clemente Panchana, L. N., & Ramírez Baquerizo, J. O. (2019). *Análisis comparativo de la estabilización del material de la cantera La Negrita utilizando cemento, terrasil, zycobond*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.,
- Colmenares Cruz, R. A. (2002). Evaluación de impacto ambiental y actualización del plan de manejo ambiental para la explotación y beneficio de caliza a cielo abierto del contrato de concesión 0908-15 mina el pajal en la vereda la carrera del municipio de Tibasosa–Boyacá.
- Cordero, Á. F. N., Abrio, M. T. R., & Maqueda, M. J. R. J. T. y. d. (2012). El hormigón: Historia, antecedentes en obras y factores identificativos de su resistencia. *10*, 13.
- Ferreira, R. V., Valencia, L. E. C., & Hernández, C. E. M. J. J. E. L. C. (2017). CONCRETO LIGERO. *2*(1), 1374-1377.
- Gámez-García, D. C., Saldaña-Márquez, H., Gómez-Soberón, J. M., & Corral-Higuera, R. J. I. y. D. (2017). Estudio de factibilidad y caracterización de áridos para hormigón estructural. *35*(2), 283-304.
- Guardia, C. A. G. J. R. d. I. d. I. d. I. F. d. G., Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas. (2010). La propiedad minera. *13*(25), 42-48.
- Herrera Herbert, J., & Pla Ortiz de Urbina, F. (2006). Métodos de minería a cielo abierto.
- Holcim, E. (2015a). Especificaciones técnicas de Holcim Fuerte tipo GU. 16 pag.
- Holcim, E. (2015b). Especificaciones técnicas del cemento Holcim Tipo He de alta resistencia inicial 16 pag.
- Labanda Ochoa, L. H., & Rodríguez Columba, E. S. (2020). *Evaluación de la sensibilidad de los aditivos Sika, en hormigones y morteros producidos con cemento GU, LC3, LC2 y humo de sílice*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2020.,
- Lagasca Loaiza, N. J. (2020). *Evaluación de susceptibilidad a amenazas geológicas en los asentamientos del cerro “El Tablazo”, del cantón Santa Elena*. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil,
- Lucio, C. A., Méndez, E. M., & Moragues, A. J. C. H. (2013). Breve historia del cemento portland. (959), 10-16.
- Mindiola Carrillo, J. A. (2011). *Cemento Portland Puzolánico-Influencia del tipo de cemento en la cantidad de agua de mezclado*. Universidad de Guayaquil Facultad Matemáticas y Físicas,

- Orozco-Centeno, W. P., Bedoya, J. W. B., & Jiménez-Builes, J. A. J. B. d. C. d. I. T. (2014). Clasificación de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas en secciones delgadas a través programación estructurada. (36), 5-9.
- Proaño Calucho, W. I., & Tuglema Mangia, M. A. (2018). *Correlación entre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines fabricados a base de lodo papelerero y adoquines convencionales según la Norma INEN 3040*. Quito: UCE,
- Prudente Merchán, M. A., & Vallejo Salguero, R. J. (2019). *Utilización de la adición de arcilla calcinada más caliza LC2 en la producción de hormigones de altas prestaciones*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.,
- Revuelta, M. B. J. E. d. I. C. d. I. T. (2008). Los recursos minerales y los materiales de construcción. 16(3), 248-255.
- RODRIGUEZ, F. D. V. J. R. d. E. R. N. (1995). El agua y el hormigón. 23.
- Rojas Suero, L. D. (2014). *Estudio de viabilidad de utilización de fibras de acero para hormigones convencionales y autocompactantes*. Universitat Politècnica de Catalunya,
- Rollings, R. S. (1984). *Corps of engineers design method for concrete block pavements: Small Element Pavement Technologists Group*.
- Salguero Caicedo, V. V. (2013). Adoquines modificados con fibra de polipropileno para el uso en vías de la Ciudad de Quito.
- Sánchez Castillo, X. A. (2004). *Diseño de pavimentos articulados para tráficos medio y alto*. Bogotá-Uniandes,
- Sánchez Luna, T., Hermenejildo De La, S., Guzhñay Zurita, J., & Proaño Cadena, G. (2011). Caracterización de los áridos del río dos mangas y cantera del cerro el tablazo de la provincia de Santa Elena para utilizarlo como material de construcción.
- Sandoval, C. H. H., & Merchán, Ó. F. P. J. r. i. u. d. M. (2010). Patología de pavimentos articulados. 9(17), 75-94.
- Sanjuan Barbudo, M. A., & Chinchón Yepes, S. (2014). *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*: Universidad de Alicante.
- Silverio, H., & Rau, O. (2018). Diseño de hormigones de alta resistencia utilizando agregados de la cantera vega rivera y cemento holcim fuerte tipo gu.
- Soria Baquerizo, C. J., & Vera Laínez, L. S. (2019). *Estudio y análisis comparativo de la calidad de agregados de cuatro canteras de la provincia de Santa Elena y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la elaboración de adoquines para tráfico liviano $F'_{C}= 300$ kg/*. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2019.,
- Troyano-Moreno, M. (2019). Componentes del hormigón.
- Vila, P., Pereyra, M. N., & Gutiérrez, Á. J. R. A. (2017). Resistencia a la compresión de adoquines de hormigón. Resultados tendientes a validar el ensayo en medio adoquín. 7(3), 247-261.
- ZEAS, I. L. C., & TALAVERA, I. D. M. (2003). ANALISIS Y EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LOS PAVIMENTOS DE ADOQUIN EN LAS VIAS RURALES DE NICARAGUA.